"Không thể cưỡng lại được... Kean đã thổi mãnh lực vào khoa học, hối thúc lật những trang tiếp theo để xem có gì đang chờ đợi..." —*Boston Globe*

THE DISAPPEARING SPOON

Hà Thị Mai Hoa *dịch*

CHIẾC THÌA BIẾN MẤT

6 C CACBON · H HYDRO · 53 I IOT · 99 Ế EINSTEINI · 6 C CACBON

22 T TITAN · 1 H HYDRO · 53 Ì IOT · 18 A AGON

5 B BO · 53 I IOT · 99 Ế EINSTEINI · 7 N NITO

25 M MANGAN · 85 Ấ ATATIN · 73 T TANTAN

NATIONAL BEST SELLER

Những giai thoại về sự Điên loạn, Tình yêu, Lịch sử thế giới từ
Bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học

SAM KEAN

ets Education Technology Science · alpha books ·  NHÀ XUẤT BẢN THẾ GIỚI

CHIẾC THÌA BIẾN MẤT

Tác giả: Sam Kean

Thể loại: Kỹ thuật - Công nghệ, Khoa học - Công nghệ

Nhà xuất bản: NXB Thế Giới

Định dạng: Epub

Ngày cập nhật: 14/10/2021

Những lời khen ngợi cho CHIẾC THÌA BIẾN MẤT của Sam Kean

“Không thể cưỡng lại... *Chiếc thìa biến mất* vén bức màn của lịch sử, của sự đam mê điên dại và của những phút kịch tính cao trào trong cuộc sống của chúng ta... Kean tràn đầy sự dí dỏm, và tình yêu ông dành cho các nguyên tố cũng dễ dàng lây lan... Chắc chắn sẽ làm kinh ngạc bất kỳ độc giả nào. Kean tìm được những câu chuyện hay ho về mọi nguyên tố của bảng tuần hoàn... Ngòi bút của ông lấp lánh như những ánh sao... Ông thổi mãnh lực vào khoa học khiến bạn không ngừng háo hức lật mở những trang sách để xem những gì đang chờ đợi... Cuốn sách của Kean thật thú vị và tràn đầy năng lượng, bạn sẽ muốn chia sẻ với ai đó về các mẩu chuyện trong đó. Nhưng phép màu nằm ở cách mà Kean giúp bạn thấy, trải nghiệm và đánh giá thế giới một cách khác biệt, với một cảm giác kỳ diệu và niềm vui khám phá, mà từng nguyên tố ở đó đều vô cùng mãnh liệt.”

— Caroline Leavitt, *Boston Globe*

“Các cây viết khoa học giỏi nhất thường thổi nhiệt huyết vào tác phẩm, lay động cả những người không biết gì về photon... Kean đã mở ra một chiếc túi thần kỳ của bảng tuần hoàn với đầy rẫy sự tự tin háo hức, khiến những chất nặng như chì cũng biến thành vàng... Với cách lồng ghép giai thoại của Oliver Sacks và khả năng tiếp cận đại chúng của Malcolm Gladwell, Kean khiến ngay cả những khái niệm trừu tượng nhất cũng có thể đến được với các nhà khoa học nghiệp dư. Khiếu hài hước của ông mang đến sự thích thú đặc biệt... Kean thành công trong việc đưa ra những sự thật phũ phàng về cả con người và hóa học, đằng sau những hiện tượng đáng kinh ngạc mà không phải đánh đổi bằng ngòi bút diệu kỳ. Đây là đặc điểm quan trọng đối với bất kỳ cây viết khoa học nào được độc giả yêu thích.”

— Keith Staskiewicz, *Entertainment Weekly*

“Thực sự xuất sắc... Tôi không biết ca ngợi Chiếc thìa biến mất bao nhiêu cho đủ... Những câu chuyện liên quan đến các nguyên tố và thí nghiệm để kiểm tra các giả thuyết cực kỳ lôi cuốn... Mua đi.”

— Jon Carroll, San *Francisco Chronicle*

"Sam Kean khiến ngay cả những môn học tẻ nhạt nhất cũng trở nên sinh động bằng cách liên hệ các tư liệu đến cuộc sống hằng ngày bằng một thứ ngôn ngữ dễ hiểu, và là người khơi dậy những câu chuyện hậu trường hay ho về các thí nghiệm cùng người thực hiện... Chiếc thìa biến mất mang lại hiệu ứng khoa học mạnh mẽ khó mà cưỡng lại... Lượng thông tin đầy ắp trong các chương thấm đẫy giọng điệu sôi nổi... Kean chuyển từ câu chuyện này sang câu chuyện khác một cách vui vẻ, tự tin gắn kết chính xác mọi chi tiết... Lối hành văn dung dị mang nhiều liên hệ với văn hóa đại chúng, và đưa ra các phép loại suy đáng kinh ngạc... Sự nhiệt tình lồ lộ của Kean và những câu chuyện ly kỳ về kiến thức và các phát minh mà cuốn sách đề cập có thể lôi cuốn kể cả những tâm hồn nghệ sĩ nhất."

— Christine Thomas, *Miami Herald*

"Sam Kean miêu tả bảng tuần hoàn bằng một dàn nhân vật với các câu chuyện minh họa cho tương tác của con người với thế giới vật chất. Bằng cách đan xen các câu chuyện vào các chủ đề riêng ở mỗi chương, ông đã mô tả toàn bộ bảng tuần hoàn không chừa một góc nào. Độc giả nào cũng sẽ học được điều gì đó... Kean đã viết với tất cả năng lượng và tài năng."

— Philip Ball, *Nature*

"Tràn đầy năng lượng... Kean biến Chiếc thìa biến mất thành cuộc diễu hành không ngừng nghỉ của những câu chuyện khoa học sống động... Một cuộc đối thoại vừa đúng lúc."

— Janet Maslin, *The New York Times*

"Kean đã rất giỏi trong việc không dùng những thuật ngữ khó hiểu khi kể về sự kỳ diệu cũng như nỗi kinh hoàng của hóa học... Một cuốn sách đầy tham vọng nhưng thân thiện về thế giới kỳ lạ và tuyệt vời của các nguyên tố hóa học."

— Dan Falk, *Associated Press*

“Một cái nhìn mới mẻ về các nguyên tố tạo nên thế giới... Cuốn sách có nhiều giai thoại về tính ứng dụng của các nguyên tố cũng như về các nhà khoa học đã khám phá và phát triển chúng. Đề cập đến mọi nguyên tố trong bảng tuần hoàn, Kean đã đem đến những sự thật thú vị và đôi khi là sửng sốt về các khối tạo nên vũ trụ.”

— *Daily Beast*

“Chúng ta đã phát hiện ra 112 nguyên tố chính thức được công nhận, và mỗi nguyên tố đều ẩn chứa một câu chuyện riêng: vui nhộn có, đáng sợ có. *Chiếc thìa biến* mất kể lại việc phát hiện và sử dụng từng nguyên tố, giới thiệu những đặc điểm khoa học đầy màu sắc và lập dị... Đây không chỉ là cái nhìn nhẹ nhàng hơn về bảng tuần hoàn; Kean cũng sử dụng những giai thoại này để giải thích tại sao các nguyên tố hành xử như vậy...”

— Alasdair Wilkins, io9.com

“Một cuốn sách cầu kỳ nhưng lý thú... Cuốn sách này dành cho hầu hết mọi người, dù là nhà khoa học, sử gia hay người thích buôn chuyện.”

— Kate Quealy-Gainer, *Minneapolis Star Tribune*

“Rất hấp dẫn... Cuốn sách này được viết theo cách mà người đọc không cần biết rõ về hóa học cũng hiểu được. Ngay cả những người còn nhớ những giờ hóa học trên lớp cũng sẽ không thấy chán nản vì cuốn sách đầy những câu chuyện đa dạng: từ lịch sử, chiến tranh, sinh học đến văn học.”

— Sarah Zielinski, *Smithsonian*

“Đây chính là biểu đồ bí ẩn của môn hóa học thời trung học đã được giải mã.”

— *Los Angeles Times*

“Một cuốn sách tuyệt vời, một bộ sưu tập công phu về những câu chuyện bi hài và kỳ lạ về các thành viên của bảng tuần hoàn.”

— Samantha Nelson, The Onion's A.V. Club

"Sam Kean đã làm được một điều đáng chú ý: biến môn khoa học đầy tính kỹ thuật trở nên gần gũi, đặt những khám phá nổi tiếng cũng như ít được biết đến vào bối cảnh lịch sử, khiến việc đọc về cuộc sống của những người trong phòng thí nghiệm trở nên thú vị... Những câu chuyện thật hấp dẫn... Kean là một người kể chuyện tuyệt vời."

— Andy Alford, *Austin American-Statesman*

"Giống như tất cả các cây viết khoa học giỏi, Kean có sự tò mò vô tận và thích thú với những điều kỳ lạ, không chỉ ở vũ trụ hữu hình mà cả những nỗ lực không mệt mỏi của con người để tìm hiểu nó."

— Alison Gillmor, *Winnipeg Free Press*

"Một chuyến tham quan hấp dẫn... Kean say sưa trong sự kỳ lạ tuyệt vời của chính các nguyên tố."

— Jennifer Schuessler, *New York Times Book Review*

"Một cuộc diễu hành của những giai thoại lý thú về các nhà khoa học (dù điên rồ hay không)... Như một dòng chảy xuyên suốt của những sự thật thú vị, Kean viết với sự dí dỏm, tinh tế và uy tín."

— *Publishers Weekly*

"Dị thường, sâu sắc và kỹ lưỡng... Nếu lần gần nhất bạn liếc đến bảng tuần hoàn là từ thời trung học thì đừng sợ, những tình tiết trong cuốn sách này giống tiểu thuyết tình cảm hay phim kinh dị hơn là sách hóa học. Sự nhiệt tình và hóm hỉnh của Kean đưa người đọc đi qua những pha khó khăn. Ngay cả các nhà hóa học kỳ cựu cũng sẽ học được điều gì đó."

— Rachel Ehrenberg, *ScienceNews*

"Hiếm ai trong chúng ta có thể liên hệ bảng tuần hoàn với một thứ đầy bí ẩn. Nhưng như Sam Kean đã mô tả chi tiết, đằng sau những ô đó ẩn chứa

cả một quá khứ tồi tệ."

— Fenella Saunders, *American Scientist*

"Hấp dẫn... Cách viết của Kean rất dễ đọc... Rất phù hợp cho các thư viện công cộng và các nhà khoa học nghiệp dư, trung học và đại học muốn vừa học vừa giải trí."

— Ian D. Gordon, *Library Journal*

"Ai mà biết bảng tuần hoàn lại mê hoặc, gây sốc và thậm chí là buồn cười đến vậy? Có rất nhiều chi tiết hấp dẫn trong *Chiếc thìa biến mất*."

— Rebecca Sodergren, *Pittsburgh Post-Gazett*

"Tiêu đề đã thể hiện giọng văn của cuốn sách dí dỏm và đầy lý thú này về vai trò của các nguyên tố trong khoa học, nghệ thuật, chiến tranh, thương mại, y học, văn học và các lĩnh vực khác... Chiếc thìa biến mất là loại sách khoa học yêu thích của tôi: nó tiết lộ một vũ trụ ẩn giấu bằng một câu chuyện ly kỳ."

— Mark Frauenfelder, *boingboing.net*

"Kỳ diệu thay... Thứ khoa học này thật hấp dẫn; những câu chuyện trong sách thật tuyệt vời, đáng kinh ngạc và xen lẫn bi thảm. Sự nhiệt tình của Kean thông suốt cuốn sách. Nếu bạn cho rằng mình không hứng thú với sách khoa học, hãy nghĩ lại. Chiếc thìa biến mất sẽ thay đổi suy nghĩ của bạn."

— Marilyn Dahl, *Shelf Awareness*

"Một cái nhìn đầy thông tin và dí dỏm về lịch sử bảng tuần hoàn... Kean mang đến những niềm vui và khai sáng cho chúng ta."

— Tim O'Connell, *Florida Times-Union*

"Đầy hấp dẫn... Kean có khiếu hài hước của Bill Bryson... Một lịch sử sống động về các nguyên tố và những nhân vật khám phá ra chúng."

— Clint Witchalls, *New Scientist*

"Một trò chơi vui vẻ mang phong cách riêng... Tác giả là một người kể chuyện cừ khôi với rất nhiều câu chuyện... Kean đề cập đến gần 150 năm khoa học trên phạm vi rộng, giúp tất cả trở nên thú vị. Thật thú vị và bổ ích."

— *Kirkus Reviews*

"Cuốn sách đầy những thông tin hấp dẫn, cho thấy mạnh mẽ rằng bảng tuần hoàn có thể là điểm khởi đầu cho những câu chuyện về lịch sử, chính trị, văn học, nghệ thuật cũng như đam mê, mạo hiểm, điên rồ và phản bội của con người... Kean viết theo phong cách hoạt bát, vui nhộn và thường sử dụng các phép loại suy từ cuộc sống hằng ngày."

— *Science*

"Đúng như tiêu đề, *Chiếc thìa biến mất* đầy các sự kiện và câu chuyện tuyệt vời liên quan đến bảng tuần hoàn... Cuốn sách này chắc chắn là dành cho phòng thí nghiệm hóa học của bậc trung học. Dù sao thì tất cả mọi người có vẻ đều thích một câu chuyện hay."

— Poornima Apte, *Mostly Fiction Book Reviews*

"*Chiếc thìa biến mất* thổi sự sống vào bảng tuần hoàn. Nó đầy những giai thoại hấp dẫn về từng nguyên tố, tin đồn liên quan đến giải Nobel và mưu mô chính trị để thu hút sự quan tâm của cả những người không ưa thích các nguyên tố. Với 117 nguyên tố hiện có, nhiệm vụ ghi lại những khám phá và ứng dụng của chúng không phải chuyện nhỏ, nhưng Kean không chỉ hoàn thành công việc một cách đáng ngưỡng mộ, mà còn cấu trúc nó như một cuộc hành trình đầy niềm vui... Kean để lại cho độc giả một cảm giác thỏa mãn về bảng tuần hoàn cũng như tương lai của nó."

— Michael Paul Mason, *Galleycat*

Lời giới thiệu



Đầu những năm 1980, khi còn nhỏ, tôi có thói quen nói chuyện khi vẫn còn ngậm các thứ trong miệng: đồ ăn, ống nha khoa, bóng bay…

Tôi vẫn tự nói một mình ngay cả khi không có ai xung quanh. Thói quen này đã dẫn đến niềm đam mê với bảng tuần hoàn trong lần đầu tiên tôi bị bỏ lại một mình khi đang ngậm nhiệt kế. Tôi bị viêm họng liên cầu khuẩn đến cả chục lần khi học lớp hai và lớp ba, và trong nhiều ngày liền, tôi luôn cảm thấy đau khi nuốt. Tôi không ngại ở nhà và tự chữa cho mình bằng kem vani và sốt sô cô la. Bị ốm luôn tạo ra cơ hội để tôi làm hỏng thêm một chiếc nhiệt kế thủy ngân kiểu cũ.

Tôi nằm đó với chiếc nhiệt kế dưới lưỡi, trả lời thật to một câu hỏi tưởng tượng, chiếc nhiệt kế tuột khỏi miệng và vỡ tan trên sàn. Thủy ngân lỏng trong nhiệt kế rơi vãi khắp nơi như bi xe đạp. Một phút sau, mẹ tôi ngồi thụp xuống sàn (dù bà bị đau khớp hông) và bắt đầu thu dọn đống "bi". Bà dùng một cái tăm như một chiếc gậy của môn khúc côn cầu để đẩy những "viên bi" thủy ngân lại thật sát nhau. Đột nhiên, một viên nuốt chửng viên kia chỉ bằng một cú gảy. Một viên mới tinh không tỳ vết xuất hiện ngay ở chỗ hai viên cũ. Bà lặp lại trò ảo thuật này cho đến khi toàn bộ thủy ngân được gom lại thành một hạt đậu màu bạc.

Sau khi gom được hết thủy ngân, mẹ tôi lấy chai thuốc bằng nhựa có nhãn xanh lục trên kệ đựng đồ lặt vặt nằm giữa một con gấu bông cầm cần câu và một chiếc cốc sứ xanh còn lại từ cuộc họp mặt gia đình năm 1985. Sau khi hớt viên thủy ngân lên một tấm bìa, bà cẩn thận đổ nó lên một quả cầu thủy ngân to bằng quả óc chó có sẵn trong chai. Thỉnh thoảng, trước khi cất cái chai đi, bà rót thủy ngân vào nắp và cho anh chị em chúng tôi xem thứ kim loại của tương lai lăn qua lăn lại: nó luôn tách ra rồi gắn lại một cách hoàn hảo. Tôi thương cảm cho những đứa trẻ có các bà mẹ sợ thủy ngân đến nỗi không cho con mình ăn cá ngừ. Bất chấp sự thèm muốn vàng của

mình, các nhà giả kim thuật Trung đại coi thủy ngân là chất mạnh nhất và thi vị nhất trong vũ trụ. Khi còn nhỏ, tôi đã đồng ý với họ. Giống như họ, tôi còn tin rằng nó vượt qua ranh giới giữa chất lỏng và chất rắn, kim loại và nước, thiên đường và địa ngục; rằng nó chứa đựng các linh hồn của một thế giới khác.

Sau này, tôi phát hiện ra thủy ngân có tính chất như vậy vì nó là một nguyên tố hóa học. Không giống như nước (H_2O), cacbon dioxit (CO_2) hay hầu hết mọi thứ xung quanh, bạn không thể tự nhiên tách thủy ngân thành các đơn vị nhỏ hơn. Thủy ngân là một trong những nguyên tố có tính "bè phái": các nguyên tử thủy ngân chỉ muốn liên kết với nhau, và giảm tiếp xúc với thế giới bên ngoài bằng cách thu mình vào một quả cầu. Hầu hết chất lỏng tôi làm đổ khi còn nhỏ đều không như thế. Nước đổ khắp nơi, dầu, giấm và thạch rau câu Jell-O chưa đông cũng vậy. Thủy ngân không bao giờ để lại dấu vết. Bố mẹ luôn nhắc tôi phải đi giày mỗi khi làm rơi nhiệt kế để ngăn những mảnh thủy tinh đâm vào chân. Nhưng tôi nhớ là chưa từng có cảnh báo về thủy ngân rơi vãi.

Tôi đã để mắt đến nguyên tố 80 ở trường và trong sách suốt một thời gian dài, giống như tìm tên một người bạn thời thơ ấu trên báo. Tôi đến từ Đại Bình Nguyên và được học trong lớp lịch sử rằng Lewis và Clark đã đi qua Nam Dakota và phần còn lại của Lãnh thổ Louisiana với kính hiển vi, la bàn, kính lục phân, ba cái nhiệt kế thủy ngân và các dụng cụ khác. Điều mà lúc đó tôi không biết là họ cũng mang theo 600 viên thuốc nhuận tràng chứa thủy ngân, mỗi viên lớn gấp bốn lần viên aspirin. Thuốc có tên là "Dr. Rush's Bilious Pills" – được đặt theo tên Benjamin Rush, một trong số những người đã ký Tuyên ngôn Độc lập Mỹ và là một bác sĩ anh hùng đã dũng cảm ở lại Philadelphia trong dịch sốt vàng da năm 1793. Cách điều trị của ông với mọi căn bệnh đều là uống $HgCl_2$. Mặc dù y học đã tiến bộ nhiều trong khoảng từ năm 1400 đến năm 1800, các bác sĩ thời đó vẫn giống thầy lang hơn là bác sĩ. Với một niềm tin lệch lạc, họ cho rằng thủy ngân đẹp đẽ và quyến rũ có thể chữa khỏi cho người bệnh bằng cách lấy độc trị độc. Bác sĩ Rush đã cho bệnh nhân uống dung dịch này cho đến khi họ chảy nước dãi. Răng và tóc của họ thường bị rụng sau nhiều tuần hoặc nhiều tháng điều trị liên tục. Phương pháp "chữa bệnh" này chắc chắn đã đầu độc và khiến rất nhiều người qua đời sau khi biết đâu đã may mắn

khỏi bệnh sốt vàng da. Sau khi hoàn thiện phương pháp điều trị ở Philadelphia, mười năm sau, ông tiễn hai nhà thám hiểm Meriwether và William lên đường cùng một số mẫu thuốc đóng gói sẵn. Như một tác dụng phụ hữu ích, các mẫu thuốc đó cho phép các nhà khảo cổ học hiện đại lần theo dấu vết cắm trại của đoàn thám hiểm. Với thức ăn lạ và nguồn nước đáng ngờ trong môi trường hoang dã, một số người trong nhóm thám hiểm luôn thấy buồn nôn. Cho đến ngày nay, thủy ngân vẫn nằm rải rác trong lòng đất ở những chỗ mà các nhà thám hiểm đã đào nhà xí – có lẽ do thuốc nhuận tràng của Rush hoạt động quá hiệu quả.

Thủy ngân cũng xuất hiện trong lớp khoa học. Khi lần đầu tiên được học về mớ bòng bong của bảng tuần hoàn, tôi đã tìm thủy ngân nhưng không thấy. Nó nằm giữa vàng (cũng đặc và mềm) và tali (cũng độc). Ký hiệu hóa học của thủy ngân là Hg – hai chữ cái thậm chí không hề có trong tên của nó. Ký hiệu này xuất phát từ "hydragyrum" – tiếng Latin nghĩa là "bạc lỏng". Điều bí ẩn này đã giúp tôi hiểu các ngôn ngữ và thần thoại cổ ảnh hưởng nhiều đến bảng tuần hoàn như thế nào. Bạn có thể bắt gặp điều tương tự trong tên Latin của các nguyên tố mới siêu nặng ở hàng dưới cùng.

Tôi cũng đã "diện kiến" thủy ngân trong lớp văn học. Các nhà sản xuất mũ từng dùng một thứ nước rửa màu cam chứa thủy ngân để tách lông khỏi những tấm da, và thợ làm mũ làm việc xung quanh các thùng hơi dần rụng tóc và mất trí, giống như thợ mũ trong *Alice in Wonderland* (Alice ở xứ sở thần tiên). Cuối cùng tôi cũng nhận ra thủy ngân độc như thế nào. Điều đó giải thích tại sao thuốc "Dr. Rush's Bilious Pills" nhuận tràng tốt đến vậy: cơ thể sẽ tự đào thải mọi chất độc, bao gồm cả thủy ngân. Hít phải hơi thủy ngân thậm chí còn độc hơn là nuốt phải. Chúng phá hủy các "sợi dây" trong hệ thần kinh trung ương và tạo ra các lỗ trên não, giống như bệnh Alzheimer ở giai đoạn nặng.

Nhưng càng biết nhiều hơn về sự nguy hiểm của thủy ngân thì vẻ đẹp chết chóc của nó càng thu hút tôi, như câu thơ của William Blake "Tyger! Tyger! Bừng lên nào". Nhiều năm sau, bố mẹ tôi trang trí lại nhà bếp và bỏ cái kệ có chiếc cốc và chú gấu bông đi, nhưng vẫn cất các đồ lặt vặt trong một cái hộp. Trong lần về thăm nhà gần đây, tôi đã bới tìm cái chai có nhãn

xanh lục và mở ra. Nghiêng nó qua lại, tôi cảm thấy sức nặng bên trong trượt theo vòng tròn. Khi hé nhìn qua miệng chai, mắt tôi dính chặt vào những giọt nhỏ li ti ở hai bên thành chai. Chúng lấp lánh như những hạt nước, hoàn hảo đến mức chỉ có trong tưởng tượng. Thời thơ ấu của tôi gắn liền với thủy ngân và những cơn sốt. Lần này, tôi bỗng rùng mình khi nghĩ về sự đáng sợ của những “viên bi” nhỏ xíu đó.

Từ nguyên tố hóa học đó, tôi đã học được lịch sử, từ nguyên học, giả kim thuật, thần thoại, văn học, giám định độc chất và tâm lý học*[1]. Và những câu chuyện về nguyên tố mà tôi có được không chỉ dừng lại ở đó, đặc biệt là sau khi đắm mình vào nghiên cứu khoa học ở trường đại học và gặp một số giáo sư sẵn sàng tạm ngừng nghiên cứu để đàm luận khoa học với tôi.

[1]. *Những nơi có dấu * này dẫn về phần “Chú giải” ở cuối sách.*

Với chuyên ngành vật lý (và hy vọng thoát khỏi phòng thí nghiệm để được viết lách), tôi luôn cảm thấy khổ sở giữa các nhà khoa học trẻ nghiêm túc và tài năng trong lớp, những người yêu thích các thí nghiệm thử và sai theo cách mà tôi không bao giờ có thể. Tôi đã trải qua năm năm ở Minnesota và kết thúc với tấm bằng danh dự *(honors)* về vật lý, nhưng dù đã dành hàng trăm giờ trong phòng thí nghiệm, ghi nhớ hàng ngàn phương trình, vẽ hàng chục ngàn sơ đồ với ròng rọc không ma sát và đường dốc, những điều tôi thực sự được học lại nằm trong các câu chuyện khi đàm luận với các giáo sư. Đó là những câu chuyện về Gandhi, Godzilla và nhà ưu sinh học đã dùng gecmani để kiếm cho mình giải Nobel, việc ném những khối natri sẽ nổ tung khi gặp nước ra sông để giết cá, những người ngạt thở do khí nitơ trong tàu con thoi, hay một cựu giáo sư sẵn sàng thử nghiệm máy tạo nhịp tim chạy bằng plutoni *trong ngực của chính mình,* tăng tốc và làm chậm nó bằng cách đứng cạnh và nghịch ngợm cuộn dây từ khổng lồ.

Tôi đã theo dõi những câu chuyện đó; và khi hồi tưởng về thủy ngân trong bữa sáng gần đây, tôi đã nhận ra rằng luôn có một câu chuyện hài hước, kỳ quặc hoặc ớn lạnh gắn liền với mỗi nguyên tố. Bảng tuần hoàn là một trong những thành tựu trí tuệ vĩ đại của loài người. Nó vừa là một thành tựu khoa học vừa là một cuốn truyện. Tôi viết cuốn sách này để bóc tách từng lớp một, giống như những trang giấy xuyên thấu trong một cuốn sách giáo

khoa về giải phẫu, để kể cùng một câu chuyện ở nhiều tầng bậc khác nhau. Ở cấp độ đơn giản nhất, bảng tuần hoàn liệt kê tất cả các chất trong vũ trụ – hơn trăm ký tự với các cá tính cứng đầu tạo nên mọi thứ chúng ta thấy và chạm vào. Hình dạng của bảng tuần hoàn cũng cho chúng ta manh mối về cách những cá tính đó hòa nhập với nhau. Ở mức độ phức tạp hơn một chút, bảng tuần hoàn mã hóa tất cả thông tin về nguồn gốc của mọi loại nguyên tử: nguyên tử nào có thể phân hạch hoặc biến đổi thành các nguyên tử khác. Các nguyên tử này cũng tự kết hợp một cách sống động thành các sinh vật sống, và bảng tuần hoàn dự đoán chúng được tạo ra như thế nào. Nó thậm chí còn dự đoán dãy nguyên tố nguy hiểm có thể gây hại cho các sinh vật sống.

Cuối cùng, bảng tuần hoàn là một điều kỳ diệu về nhân học: một tạo tác phản ánh tất cả các khía cạnh đẹp đẽ, khéo léo cũng như sự xấu xí của loài người và cách chúng ta tương tác với thế giới vật chất – lịch sử loài người viết trong một bảng biểu gọn gàng và thanh lịch. Nó xứng đáng được nghiên cứu trên từng cấp độ: bắt đầu từ mức độ cơ bản nhất đến các mức độ phức tạp tăng dần. Ngoài tính giải trí, những câu chuyện về bảng tuần hoàn còn mang đến một cách hiểu không bao giờ xuất hiện trong sách giáo khoa hay hướng dẫn sử dụng của phòng thí nghiệm. Chúng ta ăn và thở với bảng tuần hoàn; người ta đánh cược rồi thua những khoản tiền lớn vào nó; các nhà triết học sử dụng nó để thăm dò ý nghĩa của khoa học; nó đầu độc con người; nó khởi nguồn chiến tranh. Bạn có thể tìm thấy bong bóng, bom, tiền, giả kim thuật, chính trị, lịch sử, độc dược, tội ác, tình yêu, thậm chí cả khoa học đang nằm giữa nguyên tử hydro trên cùng bên trái và những nguyên tố nhân tạo không tưởng ở phía dưới cùng.

PHẦN I
CÁCH ĐỌC: HÀNG NỐI HÀNG, CỘT TIẾP CỘT

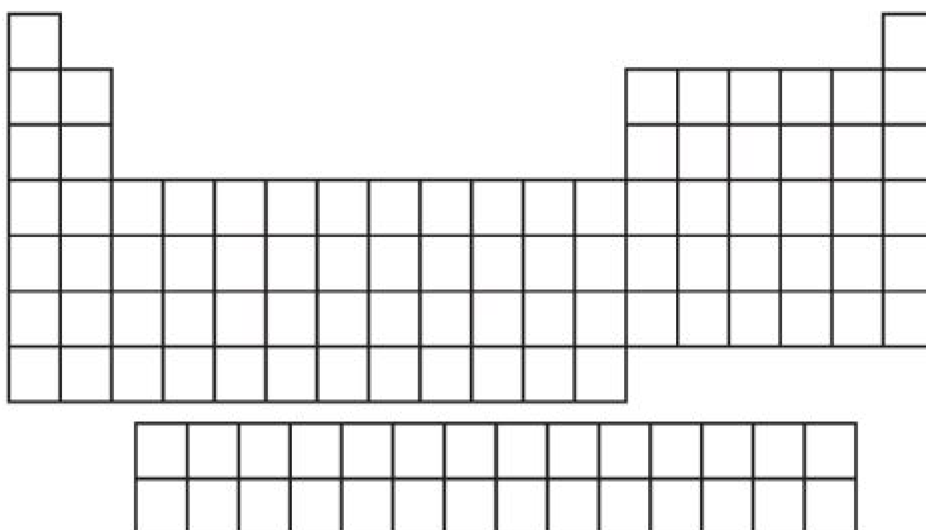
Chương 1
Vị trí định đoạt số mệnh

He	B	Sb	Tm	O	Ho
2	5	51	69	8	67
4,003	10,812	121,760	168,934	15,999	164,930

Ấn tượng của hầu hết mọi người về bảng tuần hoàn là một bảng biểu được treo trên tường của lớp hóa thời trung học, một tập hợp bất đối xứng của các cột và hàng lấp ló qua vai thầy cô giáo. Biểu đồ thường rất lớn, ít nhất cũng cỡ 1,2 × 1,8 m – kích thước tuy đáng sợ nhưng lại xứng đáng với tầm quan trọng của nó trong hóa học. Nó được giới thiệu tại lớp học vào đầu tháng chín và vẫn được nhắc tới cho đến cuối tháng năm; và không như vở ghi bài hay sách giáo khoa, bạn được khuyến khích đem tài liệu khoa học này vào phòng thi. Đương nhiên, phần nào của sự ức chế mà các bạn cảm thấy khi nhớ về bảng tuần hoàn đến từ sự thật rằng dù được sử dụng tùy ý như một bộ phao thi khổng lồ hoàn toàn hợp lệ, nhưng thật ra nó không giúp ích được gì mấy.

Một mặt, bảng tuần hoàn dường như được tổ chức dựa trên cách bố trí kiểu Đức: sắp xếp và tinh chỉnh để đạt được tiện ích khoa học lớn nhất. Mặt khác, khó mà không rối bời khi nó là mớ bòng bong của những con số dài ngoằng, từ viết tắt và những dòng như ([Xe]$6s^2 4f^1 5d^1$), giống hệt thông báo máy tính bị lỗi trong mắt mọi người. Và dù bảng tuần hoàn hiển nhiên có liên quan đến các ngành khoa học khác như sinh học và vật lý, nhưng sự liên quan này lại không thực sự rõ ràng. Có lẽ nhiều sinh viên sẽ thấy ức chế tột độ khi thấy những người *hiểu được* bảng tuần hoàn và cơ chế hoạt động của nó có thể khai thác được vô số chân lý mà vẫn tỏ ra thờ ơ như vậy. Cũng giống sự khó chịu của người mù màu khi người có thị lực bình thường nhìn được những số bảy và số chín lẫn khuất giữa các chấm nhiều màu – những thông tin quan trọng mà không bao giờ tự hiển thị rõ ràng. Mọi người nhớ đến bảng tuần hoàn với cảm xúc yêu ghét lẫn lộn cùng cảm giác bất lực.

Trước khi giới thiệu bảng tuần hoàn, giáo viên nên loại bỏ mọi ký tự lộn xộn để học sinh chỉ chú ý vào dạng trống trơn của nó.



Bảng tuần hoàn trông như thế nào? Nó giống như một tòa lâu đài với bức tường chính không cân xứng như thể công tượng hoàng gia vẫn chưa xây xong mạn trái và ở hai đầu là các tháp canh nhô cao. Nó có mười tám cột lởm chởm và bảy hàng ngang, với một "đường băng" gồm hai hàng phụ ở bên dưới. Lâu đài được xây bằng "gạch" và điều kỳ lạ đầu tiên về nó là những viên gạch không thể đổi chỗ cho nhau. Mỗi viên gạch là một *nguyên tố*, hay một chất (bảng tuần hoàn có 112 nguyên tố đã được IUPAC công nhận và đặt tên chính thức vào thời điểm cuốn sách này được viết, ngoài ra còn vài nguyên tố khác đang "xếp hàng" chờ duyệt – BTV) và cả lâu đài sẽ sụp đổ nếu có bất kỳ viên gạch nào nằm sai vị trí. Nếu các nhà khoa học xác định được một nguyên tố phù hợp với một ô khác hoặc hai nguyên tố có thể hoán đổi cho nhau, tất cả sẽ sụp đổ. Nhận định này không hề ngoa chút nào.

Một điều gây tò mò khác về mặt kiến trúc là mỗi khu vực của lâu đài được tạo thành từ một vật liệu khác nhau, nghĩa là không phải mọi viên gạch đều làm từ cùng một chất và tính chất của chúng cũng không giống nhau. Bảy mươi lăm phần trăm gạch là kim loại, tức hầu hết các nguyên tố là chất rắn lạnh, xám – ít nhất là ở nhiệt độ quen thuộc với con người. Vài cột ở phía đông là các nguyên tố khí. Chỉ có hai nguyên tố thủy ngân và brom là chất

lỏng ở nhiệt độ phòng. Giữa kim loại và khí (gần giống như vị trí của bang Kentucky trên bản đồ nước Mỹ) là nơi trú ngụ của một số nguyên tố khó-định-nghĩa: bản chất vô định hình mang lại cho chúng những đặc tính thú vị, như khả năng tạo ra axit mạnh hơn hàng tỷ lần bất cứ thứ gì trong phòng cung cấp hóa chất. Nói chung, nếu xây bằng những viên gạch được làm từ chính nguyên tố mà nó đại diện, thì tòa lâu đài này sẽ trông giống như một con quái vật Chimera với cánh và đủ thứ đầu thừa đuôi thẹo từ các thời đại khác. Hoặc bạn cũng có thể hình dung nó như một cách trực quan hơn như tòa nhà kiểu Daniel Libeskin: một kiến trúc thanh nhã nhưng lại được xây từ những thứ vật liệu mà thoạt nhìn chẳng khác gì một mớ tạp nham.

Nấn ná với bản vẽ của tòa lâu đài này là vì tọa độ của một nguyên tố sẽ quyết định hầu như tất cả tính chất khoa học kỳ thú của nó. Số phận mỗi nguyên tố được định đoạt bởi vị trí của nó. Chắc hẳn đến đây bạn đã có được cái nhìn sơ lược về bảng tuần hoàn. Vậy thì tôi sẽ dùng một ẩn dụ hữu ích hơn: nó như một bản đồ. Và để phác họa rõ thêm một chút, tôi sẽ vẽ bản đồ này từ đông sang tây, thảo luận chi tiết cả về các nguyên tố phổ biến lẫn đặc biệt.

Đầu tiên, cột mười tám ở ngoài cùng bên phải là tập hợp các nguyên tố được gọi là khí quý (còn có tên khác là khí hiếm hay khí trơ – BTV). *Quý* là một từ cổ nghe có vẻ buồn cười, mang tính đạo đức hay triết học hơn là hóa học. Và thuật ngữ "khí quý" quả thật bắt nguồn từ Hy Lạp cổ đại, cái nôi của triết học phương Tây. Sau khi các nhà triết học Hy Lạp Leucippus và Democritus phát minh ra ý tưởng về nguyên tử, Plato đã đưa ra từ "nguyên tố" (*stoicheia* trong tiếng Hy Lạp) như thuật ngữ chung cho các hạt vật chất nhỏ. Sau cái chết của người thầy Socrates, Plato đã rời Athens để tự bảo vệ mình (khoảng năm 400 TCN) và lang thang viết về triết học trong nhiều năm (tất nhiên là ông không biết về khái niệm nguyên tố trong hóa học). Nhưng nếu biết, chắc chắn ông sẽ thích các nguyên tố ở rìa phía đông của bảng tuần hoàn, đặc biệt là heli.

Đàm luận về tình ái trong tác phẩm *The Symposium* (Yến hội)[1], Plato cho rằng mọi loài đều khao khát tìm thấy một nửa còn thiếu để hoàn thiện chính mình. Đối với con người, điều này ám chỉ đam mê, tình dục và tất cả

những rắc rối đi kèm. Trong suốt các cuộc đàm luận ấy, Plato còn nhấn mạnh rằng những thứ trừu tượng và có bản chất bất biến thì cao quý hơn những thứ luôn kiếm tìm vật chất hữu hình xung quanh mình để tương tác với chúng. Điều này giải thích tại sao ông yêu thích hình học với các vòng tròn và hình khối được lý tưởng hóa mà chúng ta chỉ cảm nhận được bằng lý trí. Với các đối tượng phi toán học, Plato đã phát triển học thuyết về các "dạng", trong đó ông cho rằng mọi vật đều là bóng của một hình thái lý tưởng *(ideal type)*. Chẳng hạn: toàn bộ cây cối là bản sao không hoàn thiện của một cây lý tưởng có "tính cây" hoàn hảo mà chúng cố gắng vươn tới. Tương tự với cá và "tính cá", thậm chí cả cốc và "tính cốc". Plato tin rằng những dạng này thực sự tồn tại chứ không phải chỉ là lý thuyết, ngay cả khi chúng chỉ hiện diện trong một cõi xa xăm mà con người không nhận biết được. Hẳn ông cũng sẽ sửng sốt như ai nếu biết các nhà khoa học đã bắt đầu lập nên các dạng lý tưởng trên Trái Đất bằng heli.

[1]. Đã được Omega Plus xuất bản tại Việt Nam trong cuốn "Yến hội và Phaedrus" năm 2019 (BTV)

Năm 1911, nhà khoa học Hà Lan Heike Kamerlingh Onnes đã phát hiện ra rằng: khi làm lạnh thủy ngân xuống dưới -269°C bằng heli lỏng, thủy ngân sẽ mất toàn bộ điện trở và trở thành vật dẫn lý tưởng.

Điều này giống như làm lạnh một chiếc iPod xuống tới âm hàng trăm độ và thấy pin mãi mãi đầy dù có nghe nhạc bao lâu và bật to thế nào đi nữa, miễn là còn heli giữ cho mạch lạnh. Năm 1937, một nhóm các nhà khoa học Nga-Canada đã thực hiện một thủ thuật còn thú vị hơn bằng heli tinh khiết. Khi được làm lạnh xuống -271°C, heli biến thành chất siêu lỏng: độ nhớt chính xác là bằng không và khả năng chống chảy cũng bằng không – một chất lỏng hoàn hảo. Heli siêu lỏng thách thức lực hấp dẫn, chảy ngược lên dốc và trên các bức tường. Đây quả là những phát hiện đáng kinh ngạc vào thời điểm đó. Các nhà khoa học thường né tránh và vờ coi đây là các hiệu ứng như ma sát bằng không, nhưng cũng chỉ để đơn giản hóa các tính toán. Ngay cả Plato hẳn cũng không ngờ được rằng sẽ có người thực sự tìm ra một trong những dạng lý tưởng của mình.

Heli cũng là ví dụ điển hình nhất về "tính nguyên tố" – một chất không thể bị phá hủy hay thay đổi bằng các phương tiện hóa học thông thường. Phải mất 2.200 năm (từ Hy Lạp năm 400 TCN đến châu Âu năm 1800), giới khoa học mới thực sự hiểu được các nguyên tố, bởi hầu hết chúng quá dễ thay đổi. Thật khó để nhận ra điều gì đã khiến cacbon là *cacbon* khi nó xuất hiện trong hàng ngàn hợp chất, mà mỗi hợp chất đều có tính chất khác nhau. Ngày nay, chúng ta nói cacbon dioxit không phải là nguyên tố, vì phân tử này gồm cacbon và oxy. Nhưng cacbon và oxy là các nguyên tố vì bạn không thể phân chia chúng nhỏ hơn nữa mà không phá hủy chúng. Quay lại chủ đề trong *Yến hội* và học thuyết khao khát tình ái của Plato về nửa còn thiếu, ta thấy hầu hết nguyên tử của mọi nguyên tố đều tìm kiếm các nguyên tử khác để hình thành liên kết, nhằm che giấu bản chất thực của mình. Ngay cả các nguyên tố "tinh khiết" nhất cũng luôn xuất hiện dưới dạng phân tử trong tự nhiên, như phân tử oxy trong không khí (O_2). Nếu biết về heli – vốn chỉ tồn tại dưới dạng tinh khiết*, chưa bao giờ phản ứng với chất khác – có lẽ các nhà khoa học đã hiểu về nguyên tố sớm hơn.

Heli "hành xử" như vậy là có lý do của nó. Tất cả các nguyên tử đều chứa electron mang điện âm tại các lớp (hay mức năng lượng) khác nhau trong nguyên tử. Các mức năng lượng được lồng đồng tâm, và mỗi mức cần một lượng electron nhất định để tự lấp đầy và trở nên bền vững. Ở mức trong cùng, con số này là hai electron. Các mức năng lượng khác thường có tám electron. Các nguyên tố thường có số electron mang điện âm bằng số proton mang điện dương, nên chúng trung hòa về điện. Tuy nhiên, electron có thể được trao đổi tự do giữa các nguyên tử: khi nguyên tử bị mất hoặc nhận thêm electron, chúng tạo thành các nguyên tử tích điện gọi là ion.

Điều quan trọng là nguyên tử tự lấp đầy hết cỡ các mức năng lượng thấp bên trong bằng electron của mình rồi mới phóng ra, chia sẻ hoặc đánh cắp electron để có đủ số ở mức ngoài cùng. Một số nguyên tố chọn cách hành xử lịch thiệp là chia sẻ hoặc trao đổi electron, còn số khác lại hành xử cực kỳ lỗ mãng. Một nửa kiến thức hóa học có thể gói gọn trong một câu: các nguyên tử chưa có đủ electron ở mức năng lượng ngoài cùng sẽ đấu đá, trao đổi, cầu xin, thiết lập và phá vỡ liên minh hoặc bất cứ điều gì để có đủ số electron cần thiết.

Heli – nguyên tố thứ hai – có vừa đủ số electron cần thiết để lấp đầy mức năng lượng duy nhất của chính nó. Cấu hình “đóng” này cung cấp sự độc lập rất lớn cho heli, bởi nó không cần tương tác với các nguyên tử khác, chia sẻ hoặc đánh cắp electron để đạt cấu hình bền. Heli đã tìm thấy một nửa ái tình còn thiếu trong chính nó. Hơn nữa, cấu hình tương tự xuất hiện ở toàn bộ cột thứ mười tám bên dưới heli: neon, agon, krypton, xenon và radon. Tất cả đều có cấu hình đóng kín lấp đầy electron, nên không nguyên tố nào phản ứng với bất cứ chất gì ở điều kiện thường. Vì lý do này mà trước năm 1895 không ai phân lập được một loại khí nào từ cột mười tám, bất chấp mọi nỗ lực nhằm định danh và gắn nhãn các nguyên tố trong thế kỷ 19 (bao gồm cả sự phát triển của bảng tuần hoàn). Sự “kiêu kỳ” theo quan điểm thường nhật này hẳn sẽ thu hút Plato, cũng giống như những hình cầu và tam giác lý tưởng của ông vậy. Do đó, các nhà khoa học phát hiện ra heli và anh em của nó trên Trái Đất đã nghĩ đến cái tên “khí quý”[1]. Hay theo cách nói của Plato là “Những người ưa hoàn mỹ bất biến và khinh ghét sự hủ bại hèn mọn sẽ sủng ái khí quý hơn những nguyên tố khác. Chúng không bao giờ thay đổi, dao động hay chiều lòng các nguyên tố khác như những kẻ bình dân bán thứ hàng hóa rẻ tiền ngoài chợ. Đó là những nguyên tố ‘liêm khiết’ và lý tưởng.”

[1]. Từ đây trở đi sẽ dùng từ “khí trơ”. (BTV)

Tuy nhiên, trạng thái bất hoạt hóa học như khí trơ là rất hiếm. Liền sát bên trái của cột này là cột chứa nhiều khí hoạt động hóa học mạnh nhất trong bảng tuần hoàn: các halogen. Và nếu bạn cuộn bảng tuần hoàn lại như phép chiếu bản đồ Mercator[2] để cột mười tám gặp cột một, đông gặp tây thì rìa phía tây thậm chí còn xuất hiện các nguyên tố hoạt động hóa học mạnh hơn nữa: các kim loại kiềm. Khí trơ ôn hòa giống như một khu vực phi quân sự lọt thỏm giữa các nước láng giềng đầy bất ổn.

[2]. Được đặt theo tên Gerardus Mercator (5/3/1512 - 2/12/1594) là nhà vẽ bản đồ, nhà địa lý học người Vlaanderen (nay thuộc Bỉ). Ông có công lớn trong vẽ nên tấm bản đồ đầu tiên sử dụng phép chiếu mang tên mình. (BTV)

Mặc dù cũng là kim loại nhưng thay vì bị gỉ sét hoặc ăn mòn, kim loại kiềm lại có thể tự bốc cháy trong không khí hoặc nước. Chúng cũng tạo thành

mối quan hệ cộng sinh với halogen. Các halogen có bảy electron ở lớp ngoài cùng, thiếu một electron để tạo thành cấu hình bát tử bền vững; còn kim loại kiềm có một electron ở lớp ngoài cùng và lớp dưới đã có đủ electron. Vì vậy, việc kim loại kiềm chia sẻ electron dư với halogen để tạo ra ion dương và âm rồi hình thành các liên kết mạnh là điều hoàn toàn dễ hiểu.

Kiểu liên kết này luôn xảy ra nên electron là phần quan trọng nhất của nguyên tử. Chúng chiếm hầu hết không gian của nguyên tử, giống như đám mây xoáy quanh một lõi đặc (là hạt nhân nguyên tử). Dù các thành phần của hạt nhân – proton và neutron – lớn hơn các electron riêng lẻ rất nhiều, nhưng điều này vẫn đúng. Nếu nguyên tử được phóng to bằng một sân vận động, hạt nhân giàu proton sẽ là một quả bóng tennis ở vạch giữa sân. Các electron sẽ là những hạt rất nhỏ bay cực nhanh quanh nó, chúng sẽ va vào bạn rất nhiều lần mỗi giây đến mức bạn không tài nào vào trong sân được – giống như một bức tường vững chắc vậy. Cho nên hạt nhân khuất sâu bên trong không tham gia vào sự tương tác giữa các nguyên tử; chỉ các electron mới đóng vai trò quan trọng.*

Cảnh báo ngắn: đừng quá gắn electron với hình ảnh những hạt nhỏ rời rạc quay quanh một lõi rắn. Hoặc theo ẩn dụ quen thuộc hơn là coi electron như các hành tinh quay quanh mặt trời hạt nhân. Tuy dễ hiểu nhưng cũng như bất kỳ phép so sánh nào, mô hình hành tinh này rất dễ đi quá xa, như một số nhà khoa học nổi tiếng đã chán nản nhận thấy.

Liên kết ion giải thích tại sao sự kết hợp giữa halogen và kim loại kiềm (như natri clorua – muối ăn) lại phổ biến. Tương tự, các nguyên tố từ cột dư hai electron (như canxi) và các nguyên tố từ cột thiếu hai electron (như oxy) thường tự liên kết với nhau. Đó là cách dễ nhất để chúng tự đáp ứng nhu cầu của nhau. Các nguyên tố ở những cột không thuận nghịch cũng liên kết theo cách tương tự. Hai ion natri (Na^+) kết hợp với một oxy (O^{-2}) để tạo thành natri oxit (Na_2O). Sự hình thành của canxi clorua ($CaCl_2$) cũng vậy. Nhìn chung, bạn có thể nắm được cách các nguyên tố kết hợp với nhau chỉ bằng một cái liếc mắt: hãy lưu ý số cột và tìm ra điện tích của chúng. Mô thức này hoàn toàn nằm ngoài tính đối xứng trái-phải đẹp mắt của bảng tuần hoàn.

Tiếc thay, không phải mọi nguyên tố trong bảng tuần hoàn đều gọn gàng và dễ hiểu như vậy. Nhưng chính sự mất trật tự của một số nguyên tố lại khiến chúng trở thành điểm đến thú vị.

Có câu chuyện vui rằng: vào buổi sáng nọ, một trợ lý phòng thí nghiệm đã lao vào văn phòng của nhà khoa học với vẻ vui sướng tột độ, bất chấp một đêm làm việc không nghỉ. Người trợ lý cầm một chai đựng chất lỏng màu xanh lá cây đang kêu xèo xèo và thốt lên rằng mình đã phát hiện ra một dung môi vạn năng. Nhà khoa học hồ hởi nhìn cái chai và hỏi: "Dung môi vạn năng là gì vậy?". Người trợ lý vồn vã đáp: "Là một axit có khả năng hòa tan mọi thứ".

Sau khi cân nhắc tin tức gây chấn động này – một axit vạn năng không những là phép màu khoa học, mà còn có thể giúp cả hai trở thành tỷ phú – nhà khoa học tiếp lời: "Vậy làm sao anh giữ được nó trong chai thủy tinh?".

Đây là một "đòn nốc ao" thực sự, và hẳn không khó hình dung Gilbert Lewis đang mỉm cười đầy chua chát. Các electron điều khiển bảng tuần hoàn, và không ai dành nhiều thời gian cùng công sức để làm sáng tỏ hành vi và cách hình thành liên kết của chúng trong nguyên tử hơn Lewis. Nghiên cứu về electron của ông thể hiện đặc biệt rõ trong axit và bazơ, nên ông hẳn sẽ trân trọng tuyên bố có phần vô lý của người trợ lý. Cá nhân hơn, câu chốt này có lẽ đã nhắc nhở Lewis rằng vinh quang khoa học phù du đến mức nào.

Lewis là người nay đây mai đó. Ông lớn lên ở Nebraska, học đại học và sau đại học ở Massachusetts vào khoảng đầu năm 1900 rồi nghiên cứu tại Đức trong nhóm của nhà hóa học Walther Nernst. Thời gian làm việc dưới quyền Nernst thực sự quá tệ hại – cả về mặt khách quan và chủ quan – nên chỉ sau vài tháng Lewis đã quay lại Massachusetts giảng dạy. Vì cũng không hài lòng với công việc này, nên ông lại sang Philippines (bấy giờ vừa mới trở thành thuộc địa của Mỹ) để làm việc cho chính phủ Mỹ. Lewis chỉ mang theo người một cuốn sách duy nhất là *Theoretical Chemistry* (Hóa học Lý thuyết) của Nernst, chuyên tâm đào xới suốt nhiều năm rồi viết một loạt bài báo về mọi lỗi vặt vãnh trong đó.*

Cuối cùng, Lewis nhớ nhà và quay về Đại học California ở Berkeley. Trong hơn bốn mươi năm ở đó, ông đã xây dựng Trường hóa học Berkeley thành nơi hàng đầu thế giới. Tưởng như đây đã là kết thúc có hậu cho Lewis, nhưng không. Đặc biệt nhất, Lewis có lẽ là nhà khoa học giỏi nhất chưa từng nhận được giải Nobel và bản thân ông biết rõ điều đó. Chưa có ai từng nhận được nhiều đề cử hơn ông, nhưng tham vọng lộ liễu và hàng loạt tranh chấp của Lewis trên toàn thế giới đã khiến ông không có đủ phiếu bầu. Lewis sớm từ chức (hoặc bị buộc phải làm vậy) khỏi các vị trí uy tín để phản đối và trở thành một ẩn sĩ cay đắng.

Ngoài lý do cá nhân, Lewis không đoạt được giải Nobel là vì các lĩnh vực nghiên cứu của ông chỉ rộng nhưng chưa đủ sâu. Ông chưa từng phát hiện ra điều gì đáng kinh ngạc đến mức bạn có thể chỉ vào và thốt lên "Ồ!". Ông dành cả đời để tinh chỉnh cách thức các electron trong nguyên tử hoạt động tại nhiều cấu hình, đặc biệt là ở các phân tử axit và bazơ. Về cơ bản, bất cứ khi nào các nguyên tử trao đổi electron để phá vỡ hoặc hình thành liên kết mới, các nhà hóa học nói rằng chúng đã "phản ứng". Các phản ứng axit-bazơ là ví dụ rõ ràng và thường là mãnh liệt nhất về sự trao đổi electron, và công trình nghiên cứu của Lewis về axit và bazơ đã chỉ ra bản chất của trao đổi electron ở mức độ siêu hiển vi rõ ràng hơn ai hết.

Khoảng trước năm 1890, các nhà khoa học nếm hoặc nhúng ngón tay vào axit và bazơ để phân biệt chúng, dù đây không hẳn là phương pháp an toàn hay đáng tin cậy nhất. Sau vài thập kỷ, các nhà khoa học nhận ra rằng bản chất của axit là chất tặng proton. Nhiều axit chứa hydro – nguyên tố chỉ gồm một electron quay quanh một proton (vì hạt nhân hydro chỉ có thế). Khi một axit như axit clohydric (HCl) hòa vào nước, nó sẽ phân ly thành H^+ và Cl^-. Sau khi nguyên tử hydro tách đi một electron âm, nó sẽ chỉ còn lại một proton H^+ và proton này sẽ tự tìm liên kết mới. Các axit yếu như giấm[1] chỉ phân ly được vài proton, còn các axit mạnh như axit sunfuric sẽ khiến dung dịch tràn ngập proton.

[1]. Axit axetic CH3COOH khi pha vào nước ở nồng độ loãng (dưới 5%) được sử dụng làm giấm ăn. (BTV)

Lewis cho rằng định nghĩa axit theo cách này đã hạn chế các nhà khoa học quá nhiều, vì một số chất vẫn có tính axit dù không hề chứa hydro. Vì vậy, Lewis đã thay đổi mô hình. Thay vì nói H^+ phân ly, ông nhấn mạnh rằng Cl^- bỏ trốn với electron của H^+. Axit là một tên trộm electron, thay vì chất tặng proton. Ngược lại, các bazơ (chất đối lập của axit) như thuốc tẩy hoặc dung dịch kiềm có thể được gọi là chất tặng electron. Định nghĩa này không chỉ khái quát hơn mà còn nhấn mạnh đến hành vi của electron, phù hợp hơn với quan điểm hóa học-phụ thuộc-electron của bảng tuần hoàn.

Tuy Lewis đã đưa ra lý thuyết này từ những năm 1920 và 1930, giới khoa học hiện nay vẫn đang dựa vào đó để không ngừng tạo ra axit mạnh hơn. Độ mạnh của axit được đo bằng thang pH: chỉ số pH càng thấp thì axit càng mạnh. Năm 2005, một nhà hóa học từ New Zealand đã phát minh ra một loại axit chứa bo là cacboran với pH là -18. Để dễ hình dung, nước có pH là 7 và HCl đậm đặc trong dạ dày chúng ta có pH là 1. Theo cách tính bất thường của thang đo pH, giảm một đơn vị (ví dụ: từ 4 xuống 3) lại làm độ mạnh của axit tăng gấp mười lần. Vì vậy, theo thang này, cacboran (pH là -18) mạnh hơn mười tỷ tỷ lần HCl trong dạ dày (pH là 1). Nếu quy đổi con số này thành số lượng nguyên tử, thì ta có thể xếp chồng chúng lên nhau để chạm tới Mặt Trăng.

Thậm chí vẫn còn axit chứa antimon mạnh hơn nữa. Antimon có lẽ là nguyên tố có lịch sử đa sắc màu nhất trên bảng tuần hoàn.* Nebuchadnezzar – nhà vua xây dựng Vườn treo Babylon vào thế kỷ 6 TCN – đã dùng hỗn hợp chì pha antimon độc hại để sơn vàng các bức tường cung điện. Có lẽ không phải ngẫu nhiên mà ông ta đã phát điên, ngủ ngoài cánh đồng và ăn cỏ như bò. Cũng cùng thời đó, phụ nữ Ai Cập đã dùng một loại chất chứa antimon khác làm mascara: vừa để trang điểm, vừa ban cho bản thân sức mạnh pháp thuật để nguyền rủa kẻ thù. Sau đó, giới tăng lữ thời Trung đại (và cả Isaac Newton) bị ám ảnh bởi các đặc tính liên quan tới tình dục của antimon và quyết định chất nửa kim loại nửa phi kim này là chất lưỡng tính (không hoàn toàn là thứ này hay thứ kia). Antimon cũng được dùng làm thuốc nhuận tràng. Không giống viên thuốc ngày nay, những viên thuốc antimon này rắn và không tan trong ruột. Chúng quý giá đến nỗi nhiều người bới cả phân để lấy và tái sử dụng chúng. Một số gia đình may mắn thậm chí còn truyền lại thuốc nhuận tràng của cha cho con

trai. Hắn vì lý do này mà antimon được sử dụng rộng rãi để làm thuốc, dù thực tế nó rất độc. Mozart có lẽ đã qua đời vì dùng quá liều để chống lại một cơn sốt nặng.

Các nhà khoa học cuối cùng cũng tìm ra cách sử dụng antimon tốt hơn. Đến thập niên 1970, họ nhận ra rằng khả năng mang các nguyên tố háo electron giúp antimon trở thành ứng viên tuyệt vời để tạo ra các axit tùy chỉnh. Kết quả cũng đáng kinh ngạc hệt như heli siêu lỏng vậy. Trộn antimon pentaflorua (SbF_5) với axit flohydric (HF) sẽ tạo ra một chất có độ pH là -31. Siêu axit này mạnh hơn 100.000 tỷ tỷ tỷ lần HCl trong dạ dày và và có thể ăn xuyên qua thủy tinh dễ như nước thấm qua giấy. Bạn không thể cầm chai đựng axit này trên tay bởi axit sẽ hòa tan luôn cả bàn tay đó sau khi "ngấu nghiến" xong cái chai. Để trả lời câu hỏi của Lewis trong câu chuyện vui kể trên, axit này được đựng trong thùng chứa đặc biệt tráng teflon.

Nhưng thành thật mà nói, gọi hỗn hợp trên là axit mạnh nhất thế giới thì có phần gian dối. Bản thân SbF5 (một chất nhận electron) và HF (một chất tặng proton) đều đã là axit. Hơn thế nữa, hai axit trên chỉ có thể tạo thành siêu axit sau khi bạn trộn chúng vào nhau để tăng cường độ mạnh. Chúng chỉ mạnh nhất trong những điều kiện cố định. Thực tế, axit đơn mạnh nhất vẫn là cacboran chứa bo ($HCB_{11}Cl_{11}$). Đây là axit thú vị nhất: nó là axit mạnh nhất và cũng *yếu nhất* thế giới. Để lý giải điều này, bạn hãy nhớ rằng các axit đều có phần mang điện dương và phần mang điện âm. Trong trường hợp cacboran là H+ và một cấu trúc lồng phức tạp tạo bởi các nguyên tố còn lại ($CB_{11}Cl_{11}$). Với hầu hết axit, phần mang điện âm mới ăn mòn, ăn da và thẩm thấu qua da. Nhưng cấu trúc lồng bo lại là một trong những cấu hình phân tử bền nhất từng được phát minh. Các nguyên tử bo chia sẻ electron hào phóng đến mức nó thực sự đạt được cấu hình của heli và không cần cướp electron từ nguyên tử khác nữa (vốn là nguyên nhân gây ăn mòn thường gặp của axit).

Vậy ngoài hòa tan thủy tinh hay ăn mòn két sắt thì cacboran có ứng dụng gì? Hai trong số đó là tăng chỉ số octan trong xăng và giúp tiêu hóa vitamin. Một ứng dụng quan trọng hơn của cacboran là làm "nôi" hóa chất. Nhiều phản ứng hóa học liên quan đến proton xảy ra không hoàn toàn và

đảo chiều nhanh chóng. Chúng đòi hỏi nhiều bước, và các proton được hấp thụ và tách ra trong một phần triệu tỷ giây – quá nhanh để các nhà khoa học biết được chuyện gì đã thực sự xảy ra. Vì cacboran rất bền và trơ về mặt hóa học nên sẽ làm dung dịch tràn ngập proton, rồi đóng băng các phân tử tại các điểm trung gian quan trọng. Cacboran giữ các phân tử trung gian được an toàn trên một chiếc gối mềm. Ngược lại, các siêu axit antimon tạo ra những cái nôi tệ hại, bởi chúng phá hủy các phân tử mà giới khoa học muốn xem xét nhất. Lewis hẳn sẽ rất thích thú nếu thấy được điều này cùng các ứng dụng khác trong công trình về electron và axit của mình, và những năm tháng đen tối cuối đời ông sẽ trở nên tươi sáng hơn. Dù đã phục vụ chính phủ Mỹ trong Thế Chiến I và có những đóng góp quý giá cho hóa học mãi tới ngoài sáu mươi tuổi, ông vẫn không được mời tham gia Dự án Manhattan trong Thế Chiến II. Điều này khiến Lewis khó chịu, vì nhiều nhà hóa học mà ông tuyển dụng tại Berkeley đã đóng vai trò quan trọng trong việc chế tạo trái bom nguyên tử đầu tiên và trở thành người hùng dân tộc. Ông thì ngược lại: làm mấy chuyện vặt vãnh trong thời chiến, rồi hồi tưởng và viết một cuốn tiểu thuyết hư cấu giật gân về một người lính. Ông qua đời trong cô độc tại phòng thí nghiệm vào năm 1946.

Phần đông cho rằng Lewis qua đời sau một cơn đau tim vì hút hơn hai mươi điếu xì gà mỗi ngày trong suốt bốn mươi mấy năm ròng. Nhưng khó mà bỏ qua mùi hạnh nhân đắng – một dấu hiệu của khí xyanua – trong phòng thí nghiệm vào buổi chiều ông qua đời. Lewis sử dụng xyanua để nghiên cứu, và có thể đã làm rơi một hộp đựng chất này khi lên cơn đau tim. Ngoài ra, trước đó Lewis đã ăn trưa – bữa ăn mà lúc đầu ông từ chối tham dự – cùng một nhà hóa học đối thủ trẻ hơn, có sức hút hơn, đã đoạt giải Nobel và là cố vấn đặc biệt cho Dự án Manhattan. Một số người cho rằng chính cuộc gặp gỡ với người đồng nghiệp thành công ấy đã khiến Lewis quẫn trí. Nếu thật vậy, thì tài năng hóa học vừa mang đến điềm may và vừa mang lại vận rủi cho ông.

Ngoài các kim loại hoạt động hóa học mạnh ở bờ phía tây cùng các halogen, khí trơ ở bờ phía đông, bảng tuần hoàn còn có một “đại bình nguyên” ở chính giữa, trải dài từ cột thứ ba đến cột thứ mười hai: các kim loại chuyển tiếp. Thành thật mà nói, kim loại chuyển tiếp có tính chất hóa học rất khó chịu, khó mà khái quát bất cứ điều gì về chúng, trừ việc bạn

phải cẩn thận. Cách lưu trữ electron của các nguyên tử kim loại chuyển tiếp linh hoạt hơn các nguyên tử nhẹ hơn chúng. Giống như nguyên tử khác, chúng có nhiều mức năng lượng (được gọi là mức một, hai, ba…): mức năng lượng thấp được chôn dưới các mức cao hơn. Và chúng cũng chiến đấu với nguyên tử khác để mức năng lượng ngoài cùng được lấp đầy tám electron. Tuy nhiên, cách xác định mức năng lượng ngoài cùng của kim loại chuyển tiếp lại khá rắc rối.

Khi di chuyển theo chiều ngang của bảng tuần hoàn, mỗi nguyên tố nhiều hơn hàng xóm bên trái của nó một electron. Natri (nguyên tố thứ 11) thường có mười một electron; magie (nguyên tố thứ 12) có mười hai electron... Khi kích thước nguyên tử của các nguyên tố lớn dần, chúng không chỉ sắp xếp electron thành các mức năng lượng, mà còn lưu trữ electron trong các không gian có hình dạng khác nhau được gọi là "phân lớp". Nhưng với bản chất khô khan và cứng nhắc, các nguyên tử lại lấp đầy các phân lớp và mức năng lượng theo cùng thứ tự khi ta đi ngang qua bảng tuần hoàn. Các nguyên tố ở ngoài cùng bên trái của bảng tuần hoàn sắp xếp electron đầu tiên vào phân lớp s có hình cầu. Phân lớp này có kích thước nhỏ và chỉ chứa hai electron, nên ta có hai cột cao hơn ở bên trái. Sau hai electron đầu tiên này, nguyên tử tìm kiếm một nơi rộng rãi hơn. Nhảy tới phía bên kia của khoảng trống trên bảng, những nguyên tố trong các cột bên phải bắt đầu gói từng electron mới vào phân lớp p (trông như lá phổi bị biến dạng). Các phân lớp p có thể chứa sáu electron, nên ta có sáu cột cao hơn ở bên phải. Cần lưu ý rằng tại hàng ngang thứ hai và ba (tính từ trên xuống của bảng tuần hoàn), hai electron ở phân lớp s cộng với sáu electron ở phân lớp p tạo thành tám electron – chính là số lượng electron mà hầu hết các nguyên tử muốn có ở lớp ngoài cùng. Ngoài các khí trơ đã tự lấp đầy, mọi electron ở lớp ngoài cùng của các nguyên tử nguyên tố này luôn sẵn sàng gia nhập hoặc phản ứng với nguyên tử khác. Các nguyên tố này hoạt động khá logic: hành vi của nguyên tử sẽ thay đổi khi có thêm electron, vì nó có nhiều electron hơn để tham gia phản ứng.

Giờ hãy bàn đến phần khó chịu. Kim loại chuyển tiếp xuất hiện trong các cột từ ba đến mười hai của hàng thứ tư đến thứ bảy, và chúng bắt đầu tập hợp electron vào phân lớp d (trông chẳng khác gì quả bóng bay hình động vật bị biến dạng) chứa 10 electron. Tương tự cách sắp xếp electron của các

nguyên tố trước, bạn hẳn sẽ trông đợi kim loại chuyển tiếp đặt electron thừa ở phân lớp d ra ngoài cùng để chúng sẵn sàng tham gia phản ứng. Nhưng không, kim loại chuyển tiếp giữ lại các electron thừa và thích giấu chúng dưới các lớp khác hơn. Quyết định vi phạm quy ước khi chôn giấu các electron phân lớp d ở dưới các lớp khác của kim loại chuyển tiếp có vẻ vô lý và trái khoáy – Plato hẳn sẽ không thích điều này. Nhưng đó là cách thiên nhiên hành xử và ta chẳng thể làm gì khác.

Hiểu được quá trình này đáng được tưởng thưởng. Thông thường, khi di chuyển từ trái sang phải trên mỗi hàng ngang của bảng tuần hoàn, các kim loại chuyển tiếp sẽ thay đổi hành vi khi có thêm một electron (cũng giống như những nguyên tố thuộc các phần khác của bảng vậy). Nhưng vì kim loại chuyển tiếp chôn electron phân lớp d trong không gian giống như đáy giả của ngăn kéo nên những electron này bị che khuất. Các nguyên tử cố gắng phản ứng với kim loại chuyển tiếp không đến được với những electron đó, nên kết quả là nhiều kim loại chuyển tiếp cùng hàng có cùng số electron ở lớp ngoài cùng. Vì thế, chúng hoạt động hóa học theo cùng một cách. Đó là lý do tại sao – về mặt khoa học mà nói – nhiều kim loại chuyển tiếp có bề ngoài (và chúng cũng hoạt động hóa học) hoàn toàn giống nhau. Đó đều là những cục xám, lạnh vì các electron lớp ngoài cùng không cho chúng lựa chọn nào khác. (Tất nhiên đôi khi các electron bị chôn vùi sẽ nổi lên và phản ứng, nhưng chỉ để tung hỏa mù. Điều này gây ra khác biệt nhỏ giữa một số kim loại chuyển tiếp, và giải thích vì sao tính chất hóa học của chúng lại khó chịu đến vậy.)

Các nguyên tố thuộc phân lớp f cũng chẳng hề kém cạnh. Phân lớp f bắt đầu xuất hiện ở hàng đầu tiên trong số hai hàng lơ lửng ở dưới cùng của bảng tuần hoàn: nhóm lantan. (Còn được gọi là đất hiếm, và với số hiệu nguyên tử từ 57 đến 71 thì thực ra chúng thuộc hàng thứ sáu. Chúng bị xếp xuống đáy để giúp bảng tuần hoàn gọn gàng và dễ dùng hơn.) Nguyên tố họ lantan thường chôn electron mới sâu hơn hai mức, tức là còn sâu hơn cả kim loại chuyển tiếp. Nghĩa là chúng thậm chí còn giống nhau hơn so với các kim loại chuyển tiếp, và hầu như không thể phân biệt được. Di chuyển dọc hàng này cũng như lái xe từ Nebraska đến Nam Dakota mà không hề nhận ra bạn đã vượt qua ranh giới bang.

Tìm được một mẫu nguyên tố họ lantan tinh khiết trong tự nhiên là điều không thể vì nó luôn lẫn với các nguyên tố anh em của mình. Trường hợp nổi tiếng là một nhà hóa học ở New Hampshire cố gắng phân lập tuli, nguyên tố thứ 69. Ông bắt đầu với những khối quặng giàu tuli khổng lồ, liên tục xử lý quặng bằng hóa chất và đun sôi. Quá trình này chỉ tinh chế được một phần nhỏ tuli mỗi lần. Việc tinh chế mất rất nhiều thời gian, đến nỗi lúc đầu ông chỉ thực hiện được một tới hai chu trình mỗi ngày. Nhưng ông vẫn lặp lại quá trình tẻ nhạt này 15.000 lần bằng tay không và tinh lọc từ hàng trăm kilogram quặng xuống chỉ còn vài gram, đến khi đạt được độ tinh khiết vừa ý. Cho dù vậy, vẫn còn một chút tạp chất từ các nguyên tố họ lantan khác vì những electron phân lớp f bị chôn vùi quá sâu, không phương pháp hóa học nào có thể tách chúng ra khỏi nhau được.

Hành vi của electron điều khiển bảng tuần hoàn. Nhưng để thực sự hiểu các nguyên tố, bạn không thể bỏ qua phần chiếm tới hơn 99% khối lượng của chúng: hạt nhân. Trong khi electron tuân theo các định luật của nhà khoa học vĩ đại nhất nhưng chưa từng đoạt giải Nobel, thì hạt nhân lại tuân theo mệnh lệnh của người khó tin được là sẽ đoạt giải Nobel nhất từ trước đến nay. Sự nghiệp của người phụ nữ này còn long đong hơn cả Lewis.

Maria Goeppert sinh năm 1906 tại Đức. Mặc dù cha ruột là giáo sư đời thứ sáu của gia đình, Maria vẫn gặp phải khó khăn khi xin theo học một chương trình tiến sĩ vì là nữ. Vì thế, bà chỉ còn cách đi nghe giảng ở nhiều trường khác nhau bất cứ đâu có thể. Sau khi bảo vệ luận án trước các giáo sư mà mình chưa từng gặp, bà cuối cùng cũng lấy được bằng tiến sĩ tại Đại học Hannover. Không có gì ngạc nhiên khi không trường đại học nào tuyển Maria sau khi tốt nghiệp, đơn giản vì bà không có lời giới thiệu hay mối quan hệ nào cả. Bà chỉ có thể thầm lặng tham gia vào khoa học qua chồng mình là Joseph Mayer, giáo sư hóa học người Mỹ đến Đức làm việc. Năm 1930, bà trở lại Baltimore cùng chồng và dùng tên mới là Goeppert-Mayer, cùng Mayer làm việc và tham gia hội thảo. Không may là Mayer mất việc nhiều lần trong Đại Khủng hoảng, và gia đình bà phải chuyển tới nhiều trường đại học ở New York rồi tới Chicago.

Hầu hết các trường chấp nhận sự có mặt của Goeppert-Mayer trong những buổi thảo luận khoa học. Một số nơi thậm chí đã chiếu cố giao việc cho bà

nhưng từ chối trả lương. Bà được giao những công việc đặc trưng cho phái nữ, như tìm hiểu nguyên nhân tạo nên màu sắc. Sau khi Đại Khủng hoảng qua đi, hàng trăm đồng nghiệp của bà đã tập trung cho Dự án Manhattan – được coi là dự án khoa học quan trọng nhất từ trước đến nay. Goeppert-Mayer cũng được mời tham gia nhưng chỉ là một dự án phụ vô dụng nhằm tách urani bằng đèn nháy. Dù chắc chắn có bực bội trong lòng, nhưng bà khao khát làm khoa học đến mức sẵn sàng tiếp tục làm việc trong điều kiện như vậy. Sau Thế Chiến II, Đại học Chicago cuối cùng đã nghiêm túc thừa nhận và bổ nhiệm Goeppert-Mayer làm giáo sư vật lý. Dù đã có văn phòng riêng nhưng bà vẫn không được trả lương.

Tuy nhiên, việc bổ nhiệm này vẫn khiến bà mạnh dạn bắt đầu việc nghiên cứu hạt nhân – cốt lõi và bản chất của nguyên tử – từ năm 1948. Số lượng proton tích điện dương (số hiệu nguyên tử) trong hạt nhân quyết định tính chất của nguyên tử. Nói cách khác, nếu một nguyên tử nhận thêm hoặc mất đi proton thì nó sẽ trở thành nguyên tử của nguyên tố khác. Nguyên tử cũng không thường mất neutron, nhưng các nguyên tử của cùng một nguyên tố có thể có số neutron khác nhau: chúng được gọi là “đồng vị”. Đồng vị Pb-204 và Pb-206 có số hiệu nguyên tử giống nhau (82) nhưng lượng neutron khác nhau (122 và 124). Số hiệu nguyên tử cộng với số neutron tạo thành nguyên tử khối. Các nhà khoa học phải mất nhiều năm để tìm ra mối quan hệ giữa số hiệu nguyên tử và nguyên tử khối; bù lại, khi tìm được thì bảng tuần hoàn rõ ràng hơn rất nhiều.

Những điều này tất nhiên Goeppert-Mayer đều biết, nhưng các nghiên cứu của bà đã chạm đến một lĩnh vực bí ẩn khó nắm bắt hơn, một vấn đề tưởng chừng đơn giản. Hydro (nguyên tố đơn giản nhất) là nguyên tố dồi dào nhất vũ trụ. Heli (nguyên tố đơn giản thứ hai) cũng nhiều thứ hai. Trong một vũ trụ ngăn nắp gọn gàng, liti (nguyên tố đơn giản thứ ba) hẳn sẽ nhiều thứ ba, và cứ tiếp tục như thế. Nhưng vũ trụ của chúng ta lại không đơn giản như vậy. Nguyên tố phổ biến thứ ba lại là oxy ở vị trí số tám. Nhưng tại sao? Các nhà khoa học có thể trả lời rằng oxy có hạt nhân rất bền, nên nó không tan rã hay “phân rã”. Nhưng câu hỏi lại quay về chỗ cũ: tại sao một số nguyên tố như oxy lại có hạt nhân nguyên tử bền tới vậy?

Không như hầu hết đồng nghiệp đương thời, Goeppert-Mayer đã nhìn ra điểm tương đồng trong tính bền đáng kinh ngạc của các loại khí trơ. Bà cho rằng các proton và neutron cũng nằm tại các lớp trong hạt nhân (tương tự electron), và nguyên tử sẽ bền khi các lớp trong hạt nhân được lấp đầy. Với người ngoại đạo, điều này dường như hợp lý, một sự tương đồng hoàn hảo. Nhưng giải Nobel không dành cho những phỏng đoán, mà đặc biệt là từ nữ giáo sư không được trả lương. Hơn nữa, ý tưởng này đã đụng chạm tới các nhà khoa học hạt nhân vì phản ứng hạt nhân vốn độc lập với phản ứng hóa học. Chẳng có lý do gì để neutron và proton đáng tin cậy, thích sống trong nhà lại hành xử giống electron nhỏ bé, thất thường, sẵn sàng bỏ nhà ra đi để sà vào vòng tay của những hàng xóm hấp dẫn. Và đúng là proton và neutron thường không như vậy.

Nhưng Goeppert-Mayer vẫn một mực theo đuổi linh cảm của mình. Bằng cách chắp nối một số thí nghiệm không liên quan lại với nhau, bà chứng minh được hạt nhân thực sự có chia thành lớp và tạo thành thứ được gọi là hạt nhân kỳ diệu. Vì những lý do toán học phức tạp, hạt nhân kỳ diệu không tái xuất hiện định kỳ như các tính chất của nguyên tố. Sự kỳ diệu xảy ra ở nguyên tố thứ 2; 8; 20; 28; 50; 82... Ở những nguyên tố đó, công trình của Goeppert-Mayer đã chứng minh proton và neutron tự sắp xếp thành những quả cầu có tính đối xứng cao rất bền. Cần lưu ý rằng oxy có tám proton và tám neutron nên nó còn kỳ diệu gấp đôi, nhờ đó bền vĩnh viễn. Điều này giải thích sự dồi dào quá mức của nó. Mô hình này cũng giải thích tại sao những nguyên tố như canxi (nguyên tố thứ 20) lại nhiều tới như vậy, và không phải vô tình mà cơ thể người lại sử dụng những nguyên tố này.

Lý thuyết của Goeppert-Mayer gợi cho ta nhớ về ý niệm của Plato rằng các dạng đẹp đẽ thì hoàn hảo hơn. Và mô hình hạt nhân hình cầu kỳ diệu của bà đã trở thành dạng để đánh giá mọi hạt nhân khác. Ngược lại, các nguyên tố nằm giữa hai số kỳ diệu kém phong phú hơn vì chúng tạo thành hạt nhân thuôn dài xấu xí. Giới khoa học còn phát hiện ra các dạng khuyết thiếu neutron của honmi (nguyên tố thứ 67) sinh ra "hạt nhân hình bóng bầu dục" biến dạng, lắc lư. Từ mô hình của Goeppert-Mayer (hay khi xem một cầu thủ vụng về), bạn có thể đoán rằng "quả bóng" honmi không bền. Và không như nguyên tử có lớp electron mất cân bằng, nguyên tử có hạt nhân biến dạng không thể lấy neutron và proton từ nguyên tử khác để tự cân bằng. Vì

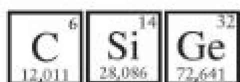
vậy, nguyên tử có hạt nhân biến dạng (như honmi) hầu như không bao giờ hình thành (nếu có thì sẽ lập tức tan rã).

Mô hình hạt nhân phân lớp thực sự xuất sắc về mặt vật lý. Vậy nên không có gì đáng ngạc nhiên khi Goeppert-Mayer (vốn có địa vị khoa học bấp bênh) đã suy sụp khi biết mô hình này bị các nhà vật lý nam ở quê nhà sao chép. Bà đứng trước nguy cơ mất trắng công lao. Sự thật là hai bên đã đưa ra ý tưởng một cách độc lập. Khi nhóm khoa học người Đức tốt bụng thừa nhận nghiên cứu của bà và đề nghị hợp tác, sự nghiệp của Goeppert-Mayer đã cất cánh. Bà giành được danh tiếng của riêng mình. Năm 1959, vợ chồng bà đã chuyển nhà lần cuối tới San Diego. Bà đã lần đầu tiên nhận được một công việc có lương tại cơ sở mới của Đại học California. Tuy nhiên, bà vẫn không thể rũ bỏ được cái tiếng nghiệp dư. Năm 1963, khi Viện Hàn lâm Khoa học Hoàng gia Thụy Điển tuyên bố bà đã giành được vinh dự cao nhất trong sự nghiệp, tờ báo San Diego đã chào đón ngày trọng đại ấy với tít "Một bà mẹ ở S.D đoạt giải Nobel".

Nhưng có lẽ đó chỉ là vấn đề quan điểm. Nếu báo chí có thể chạy một cái tít tương tự về Gilbert Lewis, hẳn ông sẽ mừng vui khôn xiết.

Đọc bảng tuần hoàn theo hàng tiết lộ rất nhiều về các nguyên tố nhưng đó chỉ là một phần câu chuyện, mà thậm chí còn không phải phần hay nhất. Các nguyên tố trên cùng một cột có liên quan mật thiết hơn nhiều so với các nguyên tố nằm cùng một hàng. Trong hầu hết mọi ngôn ngữ, chúng ta thường quen đọc từ trái sang phải hoặc ngược lại. Tuy nhiên, việc đọc bảng tuần hoàn theo cột như kiểu tiếng Nhật sẽ có ý nghĩa hơn. Cách này giúp bạn thấy được mối quan hệ phong phú giữa các nguyên tố, gồm cả sự cạnh tranh và đối lập không ngờ tới. Bảng tuần hoàn có ngữ pháp riêng, và đọc theo từng cột hé lộ những câu chuyện hoàn toàn mới.

Chương 2
Cặp song sinh và kẻ lạc loài: Gia phả của các nguyên tố



Shakespeare đã thử với từ “honorificabilitudinitatibus” mà với từng người có thể mang nghĩa là “trạng thái được vinh danh”, hoặc được viết ngược thành tuyên bố rằng Francis Bacon đã viết những vở kịch đó chứ không phải Shakespeare.* Nhưng từ có 27 chữ cái này vẫn chưa đủ dài để trở thành từ tiếng Anh dài nhất.

Tất nhiên, xác định từ dài *nhất* cũng như cố gắng vượt qua một cơn sóng dữ. Chẳng mấy mà bạn sẽ mất kiểm soát, vì dòng chảy ngôn ngữ liên tục đổi hướng. Tùy ngữ cảnh mà một từ có được xem là tiếng Anh hay không. Từ của Shakespeare do một chàng hề nói trong vở kịch *Love’s Labour’s Lost* (tạm dịch: Uổng sức yêu đương), và rõ ràng là bắt nguồn từ tiếng Latin. Nhưng những từ tiếng nước ngoài – ngay cả trong câu tiếng Anh – không nên được tính đến. Ngoài ra, nếu tính cả những từ chỉ gồm hậu tố và tiền tố ghép lại (“antidisestablishmentarianism”: 28 chữ cái) hoặc vô nghĩa (“supercalifragilisticexpialidocious”: 34 chữ cái) thì các nhà văn có thể dắt mũi độc giả cho đến khi tay họ mỏi nhừ.

Nhưng nếu áp dụng một định nghĩa hợp lý thì từ dài nhất trong tài liệu tiếng Anh – *không nhằm* mục đích lập kỷ lục – đã tồn tại từ năm 1964 trong *Chemical Abstracts* (tạm dịch: Toát yếu Hóa học), một nguồn tham khảo dạng từ điển cho các nhà hóa học. Từ này mô tả một protein quan trọng mà giới sử học thường coi là virus đầu tiên được phát hiện (virus khảm thuốc lá, phát hiện năm 1892). Hít thật sâu vào nhé.

acetylseryltyrosylserylisoleucylthreonylserylprolylserylgluta-
minylphenylalanylvalylphenylalanylleucylserylserylvalyltryp-
tophylalanylaspartylprolylisoleucylglutamylleucylleucylaspa-

raginylvalylcysteinylthreonylserylserylleucylglycylasparagi-
nylglutaminylphenylalanylglutaminylthreonylglutaminylglu-
taminylalanylarginylthreonylthreonylglutaminylvalylgluta-
minylglutaminylphenylalanylserylglutaminylvalyltryptophyl-
lysylprolylphenylalanylprolylglutaminylserylthreonylvalyl-
arginylphenylalanylprolylglycylaspartylvalyltyrosyllysylvalyl-
tyrosylarginyltyrosylasparaginylalanylvalylleucylaspartylp-
rolylleucylisoleucylthreonylalanylleucylleucylglycylthreonyl-
phenylalanylaspartylthreonylarginylasparaginylarginyliso-
leucylisoleucylglutamylvalylglutamylasparaginylglutaminyl-
glutaminylserylprolylthreonylthreonylalanylglutamylthreo-
nylleucylaspartylalanylthreonylarginylarginylvalylaspartylas-
partylalanylthreonylvalylalanylisoleucylarginylserylalanylas-
paraginylisoleucylasparaginylleucylvalylasparaginylglutamyl-
leucylvalylarginylglycylthreonylglycylleucyltyrosylasparagi-
nylglutaminylasparaginylthreonylphenylalanylglutamylseryl-
methionylserylglycylleucylvalyltryptophylthreonylserylalany-
lprolylalanylserine

“Con trăn khổng lồ” này dài 1.185 chữ cái.*

Hẳn là ai cũng sẽ chỉ lướt mắt qua từ này thôi, nên ta cùng quay lại và nhìn lần nữa. Bạn sẽ thấy việc phân phối các chữ cái khá buồn cười. Chữ “e” phổ biến nhất trong tiếng Anh xuất hiện 65 lần, “y” kém phổ biến xuất hiện 183 lần, còn chữ “l” chiếm 22% (255 lần). Ngoài ra, “y” và “l” không xuất hiện ngẫu nhiên mà thường nằm cạnh nhau (166 cặp, sau mỗi sáu chữ cái). Đây không phải là sự trùng hợp. Từ này mô tả một protein, và các protein được tạo nên từ nguyên tố thứ sáu (cũng là nguyên tố linh hoạt nhất) trên bảng tuần hoàn: cacbon.

Cụ thể, cacbon tạo thành xương sống của amino axit. Các amino axit nối chuỗi với nhau để tạo nên protein. (Protein của virus khảm thuốc lá gồm 159 amino axit.) Do thường phải đếm rất nhiều amino axit, nên các nhà hóa sinh phân loại chúng với một quy tắc ngôn ngữ đơn giản. Họ xén “*ine*” (như “serine” hoặc “isoleucine”) của amino axit trong tiếng Anh và đổi thành “*yl*” để phù hợp với cách đọc thông thường (“seryl” hoặc

"isoleucyl"). Đọc theo đúng thứ tự, đuôi "*yl*" sẽ mô tả chính xác cấu trúc của protein. Cũng như người bình thường đoán được ý nghĩa của từ ghép "hộp diêm", các nhà hóa sinh trong những năm 1950 và đầu những năm 1960 đã dùng cách mới này làm danh pháp chính thức cho các phân tử như "acetyl…serine" để tái tạo được toàn bộ chỉ nhờ cái tên. Hệ thống này rất chính xác, chỉ là nghe mắc mệt. Trong lịch sử, xu hướng ghép từ phản ánh ảnh hưởng mạnh mẽ của nước Đức và thói cuồng ghép từ của tiếng Đức trong hóa học.

Nhưng tại sao các amino axit lại xâu chuỗi được với nhau? Đó là do vị trí của cacbon trên bảng tuần hoàn, và nhu cầu cần lấp đầy tám electron ở mức năng lượng ngoài cùng (quy tắc bát tử) của nó. Trong thang đo cường độ liên kết, các amino axit liên kết không quá chặt chẽ. Một đầu của amino axit có các nguyên tử oxy, đầu kia là nitơ, còn phần thân chính ở giữa chứa hai nguyên tử cacbon. (Chúng cũng chứa hydro và một nhánh phụ có thể chứa tới 20 phân tử khác nhau, nhưng ta không cần quan tâm.) Cacbon, nitơ và oxy đều muốn có tám electron ở lớp ngoài cùng, nhưng oxy lại dễ đạt được điều này hơn hai nguyên tố còn lại. Oxy (nguyên tố thứ tám) có tổng cộng tám electron. Hai electron thuộc mức năng lượng thấp nhất được lấp đầy đầu tiên. Vì còn sáu electron ở mức ngoài nên oxy luôn tìm thêm hai electron nữa. Hai electron không quá khó tìm: oxy hung hăng có thể đề ra luật chơi và bắt nạt các nguyên tử khác. Nhưng bài toán tương tự cho thấy cacbon tội nghiệp (nguyên tố thứ sáu) còn bốn electron sau khi lấp đầy mức năng lượng đầu tiên, nên nó cần thêm bốn electron để có đủ tám. Điều này khó hơn, khiến cacbon có tiêu chuẩn liên kết rất thấp. Nó bám vào hầu hết mọi thứ.

Sự lăng nhăng đó là đặc tính của cacbon. Không giống oxy, cacbon phải liên kết với các nguyên tử khác theo bất kỳ hướng nào có thể. Trên thực tế, cacbon chia sẻ electron với tối đa bốn nguyên tử khác cùng lúc, giúp nó xây dựng các chuỗi phức tạp và thậm chí là cả mạng phân tử ba chiều. Vì chia sẻ nhưng không thể đánh cắp electron, nên liên kết của cacbon bền và ổn định. Dù hoàn cảnh của nitơ không đến mức lâm ly bi đát như cacbon, nó cũng phải tạo ra nhiều liên kết để duy trì sự bền vững của mình. Các protein dài như con trăn ở trên chỉ tận dụng các quy tắc cơ bản này. Một nguyên tử cacbon trong thân amino axit chia sẻ một electron với nitơ ở

đuôi một amino axit khác, và khi các nguyên tử cacbon và nitơ được xâu chuỗi tới gần như vô tận (như các chữ cái trong một từ rất, rất dài), protein sẽ hình thành.

Các nhà khoa học ngày nay đã có thể giải mã những phân tử dài hơn “acetyl…serine” rất nhiều. Kỷ lục hiện tại thuộc về một protein khổng lồ mà tên đầy đủ của nó gồm 189.819 chữ cái. Nhưng khi một số công cụ giải nhanh trình tự amino axit ra đời trong những năm 1960, giới khoa học nhận ra rằng họ sẽ sớm có được những danh pháp hóa học dài bằng chính cuốn sách này (và việc kiểm tra chính tả sẽ là một cơn ác mộng). Vì vậy, họ đã bỏ hệ thống danh pháp cồng kềnh kiểu Đức để quay lại với những cái tên ngắn và ít đao to búa lớn hơn, ngay cả trong văn bản chính thức. Ngày nay, protein dài 189.819 chữ cái kia thật may đã có tên là titin.* Nói chung, sẽ chẳng có ai buồn viết (thậm chí là chỉ thử viết) tên đầy đủ của virus khảm thuốc lá dài ngoằng đó lên giấy cả.

Điều này không có nghĩa là những nhà từ điển học nên dừng nghiên cứu về hóa sinh. Y học luôn là mảnh đất màu mỡ cho những từ dài lố bịch sinh sôi: từ không chuyên ngành dài nhất trong *Từ điển tiếng Anh Oxford* có liên quan tới họ hàng gần nhất của cacbon về phương diện hóa học. Nguyên tố này thường được coi là ứng viên sẽ thế chỗ cacbon để tạo nên sự sống ở các thiên hà khác: silic – nguyên tố thứ 14.

Trong phả hệ, các bậc cha mẹ thường sinh ra con cái giống mình. Tương tự, cacbon cũng có nhiều điểm chung với silic (nguyên tố ngay bên dưới nó) hơn là với bo và nitơ (hai nguyên tố nằm cạnh cacbon trên cùng hàng ngang). Nguyên do thì đã rõ. Cacbon là nguyên tố thứ sáu, silic là nguyên tố thứ mười bốn và khoảng cách bằng tám (lại là bát tử) không phải ngẫu nhiên. Với silic, hai electron lấp đầy mức năng lượng đầu tiên và tám electron lấp đầy mức thứ hai. Bốn electron còn dư khiến silic lâm vào tình trạng tương tự cacbon. Tuy nhiên, cũng nhờ đó mà nó có tính linh hoạt như cacbon. Do tính linh hoạt của cacbon liên quan trực tiếp đến khả năng hình thành sự sống của nó, nên khả năng bắt chước cacbon đã biến silic thành nơi gửi gắm giấc mơ của nhiều thế hệ người hâm mộ khoa học viễn tưởng thích thú với các dạng sống khác (ngoài vũ trụ) không tuân theo quy tắc trên Trái Đất. Đồng thời, phả hệ cũng không phải là định mệnh vì con trẻ

không bao giờ giống hệt cha mẹ mình. Tuy có liên hệ mật thiết nhưng cacbon và silic vẫn là các nguyên tố riêng biệt và tạo thành các hợp chất riêng biệt. Và không may cho những người hâm mộ khoa học viễn tưởng, silic không thể làm được những điều kỳ diệu như cacbon.

Thật kỳ lạ, ta có thể tìm hiểu về các hạn chế của silic nhờ phân tích một từ dài kỷ lục khác, cũng dài lố bịch y như protein cấu thành từ cacbon gồm 1.185 chữ cái ở trên. Thực ra, protein đó có một cái tên khá "khuôn mẫu", chỉ thú vị vì nó lạ mà thôi (như cách tính số π đến hàng ngàn tỷ chữ số sau dấu phẩy). Ngược lại, từ không chuyên ngành dài nhất trong *Từ điển tiếng Anh Oxford* là "pneumonoultramicroscopicsilicovolcanoconiosis" dài 45 chữ cái – là tên một căn bệnh có từ "silic" ở lõi. Các nhà ngôn ngữ học chơi chữ gọi pneumonoultramicroscopicsilicovolcanoconiosis là "p45", nhưng giới y khoa vẫn hoài nghi về việc p45 có phải một căn bệnh thực sự hay không, vì nó chỉ là một biến thể của bệnh phổi nan y pneumonoconiosis (p16). Bệnh p16 có biểu hiện giống viêm phổi và nguyên nhân là do hít phải amiăng. Hít phải silic dioxit (thành phần chính của cát và thủy tinh) cũng có thể bị p16. Công nhân xây dựng phun cát cả ngày và công nhân làm việc ở xưởng chất cách nhiệt hít phải bụi thủy tinh thường bị bệnh p16. Nhưng vì silic dioxit (SiO_2) là khoáng chất phổ biến nhất trong vỏ Trái Đất nên còn một nhóm khác cũng dễ bị ảnh hưởng: những người sống gần núi lửa đang hoạt động. Các núi lửa mạnh nhất nghiền mịn silic dioxit và phun hàng triệu tấn vào không khí. Bụi này luồn lách vào phế nang. Do phổi của con người thường xuyên tiếp xúc với CO_2, nên chúng cũng thấy thoải mái khi hấp thụ người họ hàng SiO_2 (có thể gây tử vong) của nó. Nhiều loài khủng long có thể đã vì thế mà chết khi một tiểu hành tinh (hoặc sao chổi) to bằng cả thành phố va vào Trái Đất cách đây 65 triệu năm.

Những điều này sẽ giúp việc phân tích các tiền tố và hậu tố của p45 dễ dàng hơn rất nhiều. Bệnh phổi p45 do hít phải bột silic dioxit mịn từ núi lửa khi mọi người hổn hển bỏ chạy khỏi hiện trường có tên pneumono-ultra-microscopic-silico-volcano-coniosis[1]. Tuy nhiên, trước khi xài từ này, bạn nên biết rằng nhiều người theo chủ nghĩa từ ngữ thuần túy ghét nó. Năm 1935, có người đã nêu ra p45 trong cuộc họp của Hội giải ô chữ Mỹ

và một số vẫn chế nhạo rằng đó chỉ là một “từ để trưng”. Ngay cả các biên tập viên nghiêm cẩn của *Từ điển tiếng Anh Oxford*cũng hạ thấp từ này khi định nghĩa nó là “một từ khó chịu”, chỉ “sinh ra để mang nghĩa đó”. Nguồn cơn của sự ghét bỏ này là do p45 được mở rộng từ một từ “đúng nghĩa”. P45 đã được sửa đổi (như một dạng sống nhân tạo) thay vì sinh ra tự nhiên từ ngôn ngữ hằng ngày.

[1]. *pneumono-ultra-microscopic-silico-volcano-coniosis bao gồm: pneumono (liên quan đến viêm phổi), ultra-microscopic-silico (silic dioxit siêu hiển vi), volcano (núi lửa) và coniosis (tình trạng bệnh do hít phải bụi). (BTV)*

Đào sâu hơn về silic, ta có thể khám phá liệu những tuyên bố về sự sống từ silic có khả dĩ hay không. Mặc dù xuất hiện nhan nhản trong khoa học viễn tưởng (cũng như súng bắn tia năng lượng vậy) nhưng sự sống từ silic thực sự là một ý tưởng quan trọng, vì nó mở rộng khái niệm sự sống xoay-quanh-cacbon. Dân cuồng silic thậm chí còn viện dẫn một số loài động vật trên Trái Đất có silic trong cơ thể như nhím biển (với gai silic) và trùng tia nguyên sinh (sinh vật đơn bào dùng silic để tạo ra khung xương ngoài). Những tiến bộ về điện toán và trí tuệ nhân tạo cũng cho thấy silic có thể hình thành nên những “bộ não” phức tạp không kém bất kỳ dạng sống dựa trên cacbon nào. Về lý thuyết, không gì có thể ngăn bạn thay thế mọi tế bào thần kinh trong não bằng transistor silic.

Tuy nhiên, bài học về hóa học thực nghiệm rút ra từ p45 đã đập tan mọi hy vọng cho dạng sống silic. Rõ ràng dạng sống silic sẽ phải luân chuyển silic ra vào cơ thể để sửa chữa các mô hoặc bất cứ thứ gì (giống như sinh vật trên Trái Đất vận chuyển cacbon đi khắp nơi). Trên Trái Đất, các sinh vật ở tầng thấp nhất của chuỗi thức ăn (trong nhiều trường hợp, đây là dạng sống quan trọng nhất) làm điều đó thông qua khí cacbon dioxit. Silic hầu như cũng luôn liên kết với oxy trong tự nhiên, thường dưới dạng SiO_2. Nhưng không giống cacbon dioxit (chất khí), silic dioxit (dù có là bụi núi lửa mịn) là chất rắn, và dù ở bất kỳ nhiệt độ nào thì nó đều không thân thiện với sự sống. (Nó chỉ chuyển thành dạng khí ở 2.204°C!) Ở cấp độ hô hấp tế bào, chất rắn không thể giúp ích gì vì bị gắn vào nhau. Chúng không lưu thông và rất khó tách thành từng phân tử mà tế bào cần. Ngay cả sự

sống silic dạng thô sơ (tương đương váng tảo) cũng sẽ khó mà thở được, và các dạng sống lớn hơn với cấu trúc tế bào đa lớp còn tệ hơn rất nhiều. Nếu không trao đổi khí được với môi trường, sự sống silic dạng thực vật sẽ chết đói và sự sống silic dạng động vật sẽ nghẹt thở vì khí thải, như p45 làm nghẹt phổi dùng cacbon của con người vậy.

Nhưng liệu vi sinh vật silic có thể hít thở silic dioxit theo những cách khác không? Có lẽ có, nhưng silic dioxit không tan trong nước – chất lỏng dồi dào nhất vũ trụ tính đến hiện giờ. Vì vậy, chúng phải từ bỏ những lợi thế tiến hóa của máu hay bất kỳ chất lỏng nào dùng để vận chuyển dưỡng chất và chất thải. Các dạng sống silic sẽ phải dựa vào chất rắn (không thể trộn lẫn dễ dàng), nên ta không thể tưởng tượng ra chúng sẽ làm được những gì.

Hơn nữa, vì chứa nhiều electron hơn cacbon nên silic cồng kềnh hơn. Đôi khi đó không phải là vấn đề lớn. Silic có thể thay thế cacbon trong các dạng tương tự chất béo hoặc protein trên Sao Hỏa. Nhưng cacbon còn có khả năng tự uốn thành các phân tử đường dạng mạch vòng (trạng thái có sức căng lớn, nghĩa là trữ được rất nhiều năng lượng), còn silic không đủ mềm để uốn cong thành vòng. Một vấn đề tương tự là: nguyên tử silic không thể dồn ép các electron vào một không gian chật hẹp để hình thành liên kết đôi – điều xuất hiện trong hầu hết phân tử sinh hóa phức tạp. (Hai nguyên tử chia sẻ hai electron để tạo ra một liên kết đơn, bốn electron là một liên kết đôi.) Do đó, số lượng phương án lưu trữ năng lượng hóa học và tạo ra hormone hóa học của dạng sống silic sẽ ít hơn dạng sống cacbon rất nhiều. Nhìn chung, chỉ có mô hình sinh hóa đột phá mới có thể giúp dạng sống silic phát triển, phản ứng, sinh sản và chiến đấu được. (Nhím biển và trùng tia chỉ sử dụng silic dioxit hỗ trợ cấu trúc, chứ không phải hô hấp hay lưu trữ năng lượng.) Và sự sống từ cacbon phát triển rực rỡ trên Trái Đất đã chứng thực điều này, dù cacbon ít phổ biến hơn silic rất nhiều.* Tôi không dại dột đến mức dự đoán sự sống từ silic là bất khả nhưng nguyên tố này hẳn chưa thể tạo nên sự sống, trừ khi những sinh vật ấy thải ra cát và sống trên các hành tinh với núi lửa liên tục phun ra silic dioxit siêu nhỏ.

May mắn thay, silic đã đảm bảo sự bất tử của mình theo cách khác. Giống như virus (thực thể gần như một dạng sống), nó luồn lách trong ngách tiến

hóa và sống sót nhờ ký sinh trên nguyên tố ngay dưới mình.

* * *

Cột của cacbon và silic trong bảng tuần hoàn không chỉ chứa đựng một bài học về phả hệ. Dưới silic là gecmani. Ngay dưới gecmani, ta bất ngờ thấy thiếc. Dưới nữa là chì. Dọc theo cột này từ trên xuống, ta đi từ cacbon (nguyên tố tạo nên sự sống); silic và gecmani (tạo nên thiết bị điện tử hiện đại); thiếc (kim loại xám xỉn dùng làm vỏ đồ hộp) đến chì (ít nhiều bất lợi với sự sống). Mỗi bước dù nhỏ, nhưng vẫn đủ để nhắc ta rằng đột biến đang tích tụ, dù ngoài mặt các nguyên tố vẫn tương đồng.

Một bài học khác là mỗi gia đình đều có một kẻ lạc loài ít nhiều bị ruồng bỏ. Ở cột thứ mười bốn của bảng tuần hoàn, gecmani là kẻ đáng thương, đen đủi ấy. Chúng ta sử dụng silic trong máy tính, vi mạch, ô tô và máy tính bỏ túi. Chất bán dẫn silic đưa con người lên Mặt Trăng và lướt Internet. Nhưng nếu mọi chuyện khác đi vào 60 năm trước, hẳn tất cả chúng ta ngày nay đều đang nói về Thung lũng Gecmani ở miền bắc California rồi.

Ngành công nghiệp bán dẫn hiện đại khởi đầu vào năm 1945 tại Phòng thí nghiệm Bell ở New Jersey, chỉ cách nơi Thomas Alva Edison thành lập nhà máy phát minh 70 năm trước đó vài cây số. Kỹ sư điện kiêm nhà vật lý William Shockley đã thử chế tạo một bộ khuếch đại silic nhỏ để thay thế ống chân không trong những máy tính lớn. Các kỹ sư chán ghét ống chân không vì lớp vỏ thủy tinh dài (giống bóng đèn) rất cồng kềnh, dễ vỡ và dễ quá tải nhiệt. Dù ghét, họ vẫn cần những ống này bởi không còn thứ gì thực hiện được nhiệm vụ kép: vừa khuếch đại tín hiệu điện yếu để chúng không mất đi, vừa hoạt động như cổng dòng điện một chiều để electron trong mạch không thể chảy ngược. (Nếu ống thoát nước nhà bạn chảy cả hai chiều, bạn sẽ hiểu vấn đề ngay.) Shockley bắt đầu cải tiến ống chân không giống những gì Edison đã làm với nến, và ông biết các nguyên tố bán dẫn chính là câu trả lời. Chỉ chúng mới có thể đạt được sự cân bằng mà các kỹ sư mong muốn: cho đủ số electron đi qua để tạo ra mạch điện (phần "dẫn"), nhưng không nhiều electron đến mức không điều khiển được (phần "bán"). Mặc dù Shockley có tầm nhìn xa hơn kỹ sư nhưng bộ khuếch đại

silic của ông chẳng khuếch đại được bất cứ thứ gì. Thất vọng sau hai năm không thành công, ông đã giao nhiệm vụ cho hai nhân viên John Bardeen và Walter Brattain.

Theo một nhà viết tiểu sử, Bardeen và Brattain "có tình bạn khăng khít tột bậc… như thể Bardeen là bộ óc còn Brattain là tay chân trong cùng một cơ thể".* Mối quan hệ cộng sinh này rất thuận tiện, vì Bardeen (có lẽ là hình mẫu cho cụm từ "mọt sách") không khéo tay cho lắm. Họ sớm xác định silic quá giòn và khó tinh chế để làm bộ khuyếch đại. Thêm nữa, họ biết rằng các electron lớp ngoài cùng của gecmani nằm ở mức năng lượng cao hơn các electron lớp ngoài cùng của silic, nên các electron đó của gecmani liên kết lỏng lẻo hơn và dẫn điện dễ hơn. Bardeen và Brattain đã dùng gecmani chế tạo ra bộ khuếch đại dạng rắn đầu tiên của thế giới (trái ngược với chân không) vào tháng 12 năm 1947. Họ gọi đó là transistor.

Shockley đáng ra phải vui mừng, nhưng bấy giờ ông đang ở Paris vào dịp Giáng sinh nên khó lòng tuyên bố mình đã góp sức cho phát minh này (chưa kể ông còn dùng sai nguyên tố). Vì vậy, Shockley bắt đầu bày trò nhằm "ăn chặn" công lao của Bardeen và Brattain. Shockley không phải người xấu, nhưng khi tin là mình đúng thì không nể nang ai và ông cho rằng mình đáng được nhận phần lớn công lao cho phát minh transistor. (Niềm tin này lần nữa xuất hiện trong những năm cuối đời của Shockley, sau khi ông từ bỏ vật lý chất rắn và chuyển sang "khoa học" ưu sinh – nghiên cứu chọn giống người thượng đẳng. Ông tin vào tư tưởng giai cấp tri thức của Bà La Môn và bắt đầu cống hiến cho "ngân hàng tinh trùng thiên tài"*, chủ trương trợ cấp cho người nghèo và những nhóm dân tộc thiểu số đi đình sản để họ ngừng làm giảm chỉ số IQ chung của loài người.)

Shockley vội vã quay về từ Paris để "hòa mình" vào bức tranh transistor, thường là theo đúng nghĩa đen. Trong các bức ảnh truyền thông của Phòng thí nghiệm Bell chụp ba người đang có vẻ làm việc, Shockley luôn chen vào giữa bộ đôi Bardeen và Brattain, đặt tay mình lên thiết bị, buộc hai người còn lại ngước nhìn qua vai ông như trợ lý. Những hình ảnh đó đã thay đổi sự thật và cộng đồng khoa học ghi nhận công lao cho cả ba người. Hành xử như một lãnh chúa nhỏ mọn, Shockley trục xuất đối thủ chính (Bardeen) đến một phòng thí nghiệm không liên quan khác thuộc hệ thống

của Phòng thí nghiệm Bell để tự mình phát triển một thế hệ transistor gecmani thân thiện hơn về mặt thương mại. Không có gì đáng ngạc nhiên khi Bardeen sớm rời Phòng thí nghiệm Bell để giảng dạy ở Illinois. Thực ra, ông đã căm phẫn đến mức quyết định từ bỏ việc nghiên cứu chất bán dẫn.

Mọi thứ với gecmani rồi cũng trở nên chua chát. Đến năm 1954, ngành công nghiệp transistor đã mọc lên như nấm sau mưa. Tốc độ xử lý của máy vi tính tăng lên rất nhiều lần và các dòng sản phẩm hoàn toàn mới đã ra đời (như radio bỏ túi). Nhưng trong suốt thời kỳ này, các kỹ sư vẫn tiếp tục tơ tưởng về silic. Họ làm vậy một phần vì gecmani rất thất thường. Dẫn điện rất tốt cũng kèm theo nhiệt lượng không mong muốn, khiến transistor gecmani bị ngưng trệ ở nhiệt độ cao. Quan trọng hơn, silic (thành phần chính của cát) có lẽ còn rẻ hơn cả đất. Dẫu vẫn trung thành với gecmani nhưng các nhà khoa học đã dành rất nhiều thời gian mộng mơ về silic.

Đột nhiên, tại một cuộc họp về ngành bán dẫn cùng năm, một kỹ sư táo bạo đến từ Texas đã đứng dậy sau bài phát biểu chán ngắt về sự bất khả thi của transistor silic và tuyên bố rằng mình thực sự có một transistor silic trong túi. Liệu đám đông có thích thú thử nghiệm chăng? Anh chàng ra vẻ P. T. Barnum[1] này (tên thật là Gordon Teal) đã nối một máy nghe nhạc chạy bằng gecmani với loa ngoài và nhúng thẳng bộ phận bên trong vào thùng dầu sôi. Đúng như dự đoán, nó ngắc ngứ rồi tịt ngóm. Teal nhấc máy nghe nhạc khỏi dầu, lấy transistor gecmani ra và lắp transistor bằng silic vào. Anh thả nó vào dầu một lần nữa. Tiếng nhạc vẫn vang lên. Khi đám đông nhân viên bán hàng đang chen lấn đến được các bốt điện thoại sau hội trường thì gecmani đã thành phế liệu.

[1]. Phineas Taylor Barnum (1810-1891) là chủ rạp xiếc, chính khách và thương nhân người Mỹ. Tên ông được đặt cho Hiệu ứng Barnum. (BTV)

May mắn cho Bardeen, câu chuyện về transistor của ông đã kết thúc có hậu, dù có vụng về. Công trình về chất bán dẫn gecmani quan trọng đến mức ông, Brattain và cả (hầyyy) Shockley đều đoạt giải Nobel Vật lý năm 1956. Bardeen biết tin này qua radio (lúc đó hẳn chạy bằng silic) khi đang chuẩn bị bữa sáng. Quá bối rối, ông đã đánh rơi món trứng bác của gia

đình xuống sàn. Đó không phải khoảnh khắc hậu đậu duy nhất xung quanh giải Nobel của ông. Vài ngày trước lễ trao giải ở Thụy Điển, ông giặt nơ và áo vest trắng với quần áo màu khiến chúng bị nhuộm thành màu xanh lá cây (giống trang phục của sinh viên). Vào ngày diễn ra buổi lễ, ông và Brattain căng thẳng trước việc diện kiến đức vua Thụy Điển Gustaf VI Adolf đến mức phải dùng thuốc ký ninh để ổn định bụng dạ. Nhưng cũng chẳng ích gì khi nhà vua trách Bardeen vì đã bắt các con trai ở lại Harvard học thay vì đến Thụy Điển cùng ông (Bardeen sợ con mình bỏ lỡ một bài kiểm tra). Trước lời quở trách này, Bardeen cười gượng và đùa rằng ông sẽ mang họ theo vào lần nhận giải Nobel tới.

Gạt những câu chuyện hài hước sang một bên, buổi lễ đã đánh dấu một tầm cao mới cho chất bán dẫn nhưng chỉ trong một thời gian ngắn ngủi. Viện Hàn lâm Khoa học Thụy Điển (nơi trao giải Nobel Hóa học và Vật lý) có xu hướng tôn vinh nghiên cứu thuần túy hơn là kỹ thuật, và chiến thắng cho transistor là một sự công nhận hiếm hoi với khoa học ứng dụng. Tuy nhiên đến năm 1958, ngành công nghiệp transistor lại phải đối mặt với một cuộc khủng hoảng khác. Do Bardeen đã rời khỏi lĩnh vực này, nên cánh cửa đã mở ra để chào đón một người hùng khác.

Jack Kilby nhanh chóng bước qua “cánh cửa” này dù có thể phải khom lưng đôi chút (ông cao đến 2 m). Là một người Kansas có khuôn mặt sần sùi và nói năng chậm rãi, Kilby đã làm việc suốt một thập kỷ ở vùng Milwaukee nghèo công nghệ trước khi tìm được việc tại công ty Texas Instruments (TI) năm 1958. Tuy được đào tạo về kỹ thuật điện nhưng Kilby lại được nhận để giải quyết một vấn đề phần cứng máy tính: tính chuyên chế số lượng *(tyranny of numbers)*. Về cơ bản, dù transistor silic giá rẻ hoạt động tốt nhưng các mạch máy tính cao cấp cần rất nhiều transistor. Do đó, các công ty như TI phải sử dụng nhiều nhà xưởng toàn những kỹ thuật viên nữ với mức lương bèo bọt, cả ngày chỉ biết cắm mặt vào kính hiển vi, lầm bầm chửi bới và đổ mồ hôi trong bộ đồ bảo hộ khi hàn các mảnh silic với nhau. Quy trình này không chỉ đắt đỏ mà còn không hiệu quả. Không thể tránh khỏi việc một dây dẫn mỏng manh trong mỗi mạch bị đứt hoặc bung ra khi vận hành, và khi đó toàn bộ mạch sẽ chết. Tuy nhiên, các kỹ sư lại không thể tránh được việc phải dùng rất nhiều transistor. Điều này gây ra tính chuyên chế số lượng.

Kilby đến TI vào một ngày tháng sáu ngột ngạt. Nhân viên mới không có thời gian nghỉ phép, nên ông chỉ còn lại một mình sau khi hàng ngàn đồng nghiệp đã nghỉ phép bắt buộc vào tháng bảy. Chính sự vắng lặng này đã thuyết phục ông rằng thuê hàng ngàn người để nối transistor là điều ngớ ngẩn, và sự vắng mặt của cấp trên đã cho ông khoảng thời gian tự do để theo đuổi ý tưởng mới: mạch tích hợp. Transistor silic không phải bộ phận duy nhất của mạch điện cần được hàn thủ công. Các điện trở cacbon và tụ điện sứ cũng phải được nối với nhau bằng dây đồng. Kilby đã loại bỏ việc lắp các bộ phận riêng biệt và khắc mọi thứ – điện trở, transistor, tụ điện – vào một khối bán dẫn vững chắc. Một ý tưởng tuyệt vời, là sự khác biệt cả về mặt cấu trúc và nghệ thuật – giống như tạc một bức tượng từ đá cẩm thạch nguyên khối thay vì chạm khắc từng chi tiết rồi cố ghép nối bằng dây. Không tin tưởng vào độ tinh khiết của silic được dùng để chế tạo điện trở và tụ điện, ông đã chuyển sang dùng gecmani cho nguyên mẫu.

Cuối cùng, mạch tích hợp này đã giải phóng các kỹ sư khỏi sự chuyên chế số lượng do lắp ráp thủ công gây ra. Do mọi bộ phận đều được làm từ cùng một khối nên không cần hàn chúng với nhau nữa. Trên thực tế, chẳng còn ai làm được điều này, vì mạch tích hợp cũng cho phép kỹ sư tự động hóa quá trình khắc và tạo ra các bộ transistor siêu nhỏ – các chip máy tính thực sự đầu tiên. Kilby chưa từng được ghi công đầy đủ cho phát minh của mình (vài tháng sau, một học trò của Shockley nộp bằng sáng chế cạnh tranh chi tiết hơn chút và đã cướp trắng quyền sở hữu trí tuệ từ tay công ty của Kilby), nhưng những người đam mê kỹ thuật ngày nay vẫn dành tặng cho ông những lời tri ân sâu sắc nhất. Trong một lĩnh vực mà vòng đời sản phẩm được đo bằng tháng này, mãi 50 năm sau, các con chip vẫn được sản xuất dựa trên thiết kế cơ bản của Kilby. Và năm 2000, ông mới được nhận giải Nobel muộn màng cho mạch tích hợp của mình.*

Mặc dù vậy, đáng buồn là không gì có thể phục hồi danh tiếng của gecmani. Mạch gecmani nguyên gốc của Kilby được đặt ở Viện Smithsonian, nhưng gecmani không thể trụ được trước silic (quá rẻ và sẵn có) trong một thị trường cạnh tranh khốc liệt. Isaac Newton có câu nói nổi tiếng rằng ông đạt được mọi thứ nhờ đứng trên vai những người khổng lồ – các tiền bối khoa học với các phát minh làm nền tảng cho những công trình của Newton. Ta có thể nói điều tương tự về silic. Silic trở thành một

biểu tượng sau khi gecmani làm mọi việc (và bị lu mờ trên bảng tuần hoàn).

Thực ra, đó là số phận chung của những gì liên quan đến bảng tuần hoàn. Hầu hết nguyên tố đều chịu kiếp vô danh mà chúng không đáng phải nhận. Thậm chí, tên các nhà khoa học phát hiện ra nhiều nguyên tố và những người sắp xếp chúng vào các bảng tuần hoàn đầu tiên cũng bị lãng quên từ lâu. Nhưng cũng giống như silic, vài cái tên đã lưu danh sử sách dù không phải luôn nhờ ý tốt. Những nhà khoa học nghiên cứu các bảng tuần hoàn sơ khai đều nhận ra sự giống nhau giữa một số nguyên tố nhất định. "Bộ ba hóa học" (như ví dụ thời nay về cacbon, silic và gecmani) là đầu mối đầu tiên gợi mở về sự tồn tại của bảng tuần hoàn. Tuy nhiên, một số nhà khoa học đã nhanh nhạy hơn khi nhận ra những đặc điểm tinh tế – "tính trạng" trong các nhóm của bảng tuần hoàn (tương tự lúm đồng tiền hay mũi vẹo ở người). Do biết cách truy tìm và dự đoán những điểm tương đồng như vậy mà chẳng bao lâu sau, nhà khoa học Dmitri Mendeleev đã ghi tên mình vào lịch sử với tư cách cha đẻ của bảng tuần hoàn.

Chương 3
Đảo Galápagos của bảng tuần hoàn

33	31	58	39	70	68	65
As	Ga	Ce	Y	Yb	Er	Tb
74,922	69,723	140,116	88,906	173,043	167,259	158,925

Có thể nói lịch sử của bảng tuần hoàn là lịch sử của hàng loạt người định hình ra nó. Người đầu tiên giống kiểu tên xuất hiện trong sách lịch sử (như tiến sĩ Guillotin, Charles Ponzi, Jules Léotard hoặc Étienne de Silhouette) sẽ khiến bạn mỉm cười khi vẫn có người nhớ tới. Người tiên phong về bảng tuần hoàn này xứng đáng được ca ngợi đặc biệt, vì đèn đốt mang tên ông đã tiếp tay cho những trò quậy phá của sinh viên năm hai nhiều hơn bất kỳ dụng cụ thí nghiệm nào trong lịch sử. Thất vọng thay, nhà hóa học người Đức Robert Bunsen không thực sự phát minh ra đèn đốt "mang tên mình", mà chỉ cải tiến thiết kế và phổ biến nó vào giữa thế kỷ 19. Nhưng cho dù không có đèn đốt Bunsen đi nữa, cuộc đời ông cũng đã có quá nhiều trắc trở rồi.

"Tình đầu" của Bunsen là asen. Mặc dù nguyên tố thứ 33 này đã vang danh ngay từ thời cổ đại (những thích khách La Mã thường bôi nó lên quần áo), nhưng lại không nhiều nhà hóa học tuân thủ luật pháp biết về asen trước khi Bunsen bắt đầu khuấy tung nó lên trong ống nghiệm. Ông chủ yếu làm việc với cacodyl[1] (xuất phát từ một từ nghĩa là "hôi" trong tiếng Hy Lạp) chứa asen. Bunsen từng nói cacodyl rất hôi và đã khiến ông bị ảo giác, "lập tức ngứa ran tay chân, thậm chí choáng váng và mất cảm giác". Lưỡi ông "bị phủ một lớp màu đen". Có lẽ bắt nguồn từ chính nhu cầu của bản thân, ông đã sớm phát triển "thuốc giải" độc asen tốt nhất: sắt oxit hydrat[2] (chất liên quan đến gỉ sắt này sẽ bám vào asen trong máu và kéo nó ra). Tuy nhiên, ông vẫn không thể bảo vệ mình khỏi mọi nguy hiểm. Một cốc thủy tinh chứa asen đã bất ngờ phát nổ và gần như đã thổi bay nhãn cầu phải của Bunsen, khiến ông mù một mắt trong 60 năm cuối đời.

[1]. Chất hữu cơ chứa asen có công thức hóa học là $(CH_3)_2As–As(CH_3)_2$. *(BTV)*

[2]. *Công thức hóa học là* $Fe_2O_3.H_2O$. *(BTV)*

Sau tai nạn, Bunsen đã gạt asen sang một bên và theo đuổi niềm đam mê với những vụ nổ tự nhiên. Bunsen yêu thích bất cứ thứ gì phun ra từ mặt đất. Trong nhiều năm, ông nghiên cứu các mạch nước phun và núi lửa bằng cách thu thập thủ công hơi và chất lỏng sôi của chúng. Ông cũng dựng lên một mạch nước phun Old Faithful giả trong phòng thí nghiệm và phát hiện ra cách các mạch nước này tích áp và phun trào. Bunsen quay lại với hóa học tại Đại học Heidelberg vào những năm 1850 và sớm ghi danh vào lịch sử khoa học nhờ phát minh máy quang phổ (quang phổ kế): thiết bị nghiên cứu các nguyên tố hóa học bằng ánh sáng. Mỗi nguyên tố trên bảng tuần hoàn tạo ra các dải sáng hẹp và sắc nét khi được nung nóng. Chẳng hạn: hydro luôn phát ra một vạch đỏ, một vạch xanh lục vàng, một vạch xanh lam nhạt và một vạch chàm. Nếu đốt nóng một chất bí ẩn và thu được những vạch đặc trưng đó, bạn có thể cá rằng nó chứa hydro. Đây là một bước đột phá mạnh mẽ, phương pháp đầu tiên quan sát được bên trong các hợp chất kỳ lạ mà không cần đun sôi hoặc phân hủy chúng bằng axit.

Để chế tạo máy quang phổ đầu tiên, Bunsen và một sinh viên gắn một lăng kính vào trong hộp xì gà rỗng để tránh ánh sáng bên ngoài chiếu vào, rồi gắn hai thị kính gỡ từ kính viễn vọng để nhìn vào bên trong (giống như một mô hình ba chiều). Điều duy nhất hạn chế quang phổ học tại thời điểm đó là tạo ra lửa đủ nóng để kích thích các nguyên tố. Vì vậy, Bunsen đã phát minh ra một thiết bị giúp ông trở thành anh hùng đối với những người chưa từng đốt thước kẻ hay hơ bút chì trên lửa. Ông lấy một đèn đốt khí thô sơ của kỹ thuật viên địa phương và thêm một van để điều chỉnh lưu lượng oxy. (Nếu bạn từng nghịch cái núm ở đế của đèn đốt Bunsen thì chính là nó đó.) Kết quả là lửa đã được cải thiện từ màu cam nổ lốp đốp và không đủ nóng sang xanh lam gọn gàng thường thấy trên những cái bếp ngày nay.

Công trình của Bunsen đã giúp bảng tuần hoàn phát triển nhanh chóng. Mặc dù ông phản đối ý tưởng phân loại các nguyên tố theo quang phổ nhưng các nhà khoa học khác lại không lo được nhiều tới vậy, và máy quang phổ lập tức xác định được các nguyên tố mới. Quan trọng không kém, nó giúp sàng lọc mạo nhận nhờ tìm ra nguyên tố cũ ngụy trang trong những chất chưa biết. Cách nhận dạng nguyên tố đáng tin cậy này đã giúp các nhà hóa học

tiến được một bước dài trên chặng đường hướng tới mục tiêu tối thượng là hiểu rõ các chất hơn. Tuy nhiên, ngoài việc tìm kiếm nguyên tố mới, các nhà khoa học cần sắp xếp chúng thành một loại cây phả hệ. Ở đây, chúng ta sẽ đến với một đóng góp to lớn khác của Bunsen cho bảng tuần hoàn: góp công kiến tạo một triều đại khoa học tại Heidelberg, nơi ông hướng dẫn một số nhà khoa học đã tiến hành những nghiên cứu đầu tiên về định luật tuần hoàn. Trong số đó có cả nhân vật thứ hai của câu chuyện này: Dmitri Mendeleev, người thường được ca ngợi vì tạo ra bảng tuần hoàn đầu tiên.

Thật ra, cũng như Bunsen và đèn đốt mang tên ông, Mendeleev không tự tạo ra bảng tuần hoàn đầu tiên. Đã có sáu người độc lập phát minh ra nó, và tất cả đều dựa trên "sự tương đồng hóa học" mà các nhà hóa học đi trước ghi lại. Mendeleev bắt đầu với một ý tưởng sơ bộ về cách tổ chức các nguyên tố có tính chất tương tự thành từng nhóm nhỏ, rồi rút ra định luật khoa học từ những nhóm trong hệ thống tuần hoàn này (như cách Homer biến những mẩu chuyện rời rạc trong thần thoại Hy Lạp thành sử thi *Odyssey*). Khoa học cũng cần những vị anh hùng như bất kỳ lĩnh vực nào khác, và Mendeleev trở thành nhân vật chính trong câu chuyện về bảng tuần hoàn nhờ một số lý do sau đây.

Thứ nhất là ông có một tiểu sử u buồn. Sinh ra ở Siberi và là con út trong gia đình có mười bốn anh chị em, Mendeleev mồ côi cha năm 1847 khi mới mười ba tuổi. Lúc ấy, để có tiền trang trải cho gia đình, mẹ ông đã dũng cảm tiếp quản một nhà máy thủy tinh địa phương và quản lý các thợ thủ công nam. Rồi nhà máy bị thiêu rụi. Gửi gắm toàn bộ hy vọng vào cậu con trai thông tuệ, bà kèm Dmitri trên lưng ngựa và băng qua gần 2.000 km thảo nguyên rồi tới những sườn dốc trắng xóa tuyết phủ của dãy Ural để đến một trường đại học danh giá tại Moscow. Nhưng ngôi trường ấy đã từ chối Dmitri vì cậu không phải người địa phương. Không nản lòng, bà lại đưa con lên ngựa và đi thêm 600 km để đến ngôi trường cũ của chồng ở St. Petersburg. Ngay sau khi thấy con trai nhập học, bà đã từ giã cõi đời.

Mendeleev đã chứng tỏ mình là một học sinh xuất sắc. Sau khi tốt nghiệp, ông nghiên cứu tại Paris và Heidelberg và được Bunsen lừng danh hướng dẫn một thời gian (hai người có mẫu thuẫn cá nhân, một phần vì tính khí thất thường của Mendeleev và phần khác là vì phòng thí nghiệm của

Bunsen nổi tiếng là ồn ào và độc hại). Mendeleev trở lại St. Petersburg với tư cách là giáo sư vào những năm 1860 và bắt đầu suy nghĩ về bản chất các nguyên tố, mà thành quả đỉnh cao là bảng tuần hoàn nổi tiếng năm 1869 của ông.

Nhiều người đã nghiên cứu cách sắp xếp các nguyên tố (một số thậm chí đã giải quyết được nhưng lại không trọn vẹn) với cách tiếp cận tương tự Mendeleev. Nhà hóa học người Anh John Newlands tầm 30 tuổi đã trình bày bảng tạm thời của mình trước Hội hóa học London vào năm 1865. Tuy nhiên, ông đã bị chính cách ví von sai lầm của mình làm hại. Vào thời điểm đó, vì không ai biết về khí trơ (từ heli đến radon) nên các hàng trên cùng trong bảng tuần hoàn của ông chỉ có bảy ô. Newlands hóm hỉnh so sánh bảy ô ấy với các nốt nhạc đồ-rê-mi-fa-son-la-si-đố. Thật không may, Hội hóa học London không phải là khán giả hóm hỉnh và họ đã chế giễu công trình "trẻ con" của Newlands.

Đối thủ nặng ký hơn của Mendeleev là Julius Lothar Meyer, một nhà hóa học người Đức với bộ râu trắng xồm xoàm và mái tóc đen bóng mượt. Meyer cũng từng làm việc dưới quyền Bunsen tại Heidelberg và có uy tín chuyên môn cao. Ông đã phát hiện ra rằng các tế bào hồng cầu đính oxy vào huyết sắc tố để vận chuyển. Meyer công bố bảng tuần hoàn của mình gần như cùng lúc với Mendeleev, và họ đã cùng nhận Huân chương Davy vì đồng phát hiện ra "định luật tuần hoàn". (Đây là giải thưởng uy tín của nước Anh trước khi có giải Nobel, nhưng Newlands đã không được cân nhắc trao giải và mãi tới năm 1887 mới giành được Huân chương Davy.) Trong khi những công trình tuyệt vời liên tục gia tăng danh tiếng cho Meyer – ông giúp phổ biến một số lý thuyết đột phá đã được chứng minh là đúng – Mendeleev lại trở nên quái gở đến mức khó tin, hoàn toàn từ chối tin vào sự thật về nguyên tử.* (Sau này, ông cũng từ chối những thứ mà mắt thường không thể thấy như electron và phóng xạ.) Nếu phải cân đo đong đếm để chọn ra nhà hóa học lý thuyết vĩ đại hơn trong hai người họ tại thời điểm năm 1880, bạn hẳn sẽ chọn Meyer. Vậy điều gì đã tách Mendeleev khỏi Meyer và bốn nhà hóa học khác (đã công bố các bảng tuần hoàn của họ trước đó), ít nhất là theo phán xét của lịch sử?*

Đầu tiên, hơn bất kỳ nhà hóa học nào khác, Mendeleev hiểu rằng một số đặc điểm nhất định về các nguyên tố vẫn tồn tại, ngay cả khi những đặc điểm khác thì không. Ông nhận ra rằng hợp chất như thủy ngân oxit (một chất rắn màu cam) không "chứa" một chất khí (oxy) và một kim loại lỏng (thủy ngân) như những người khác vẫn tin. Thay vào đó, hai nguyên tố kết hợp thành thủy ngân oxit sẽ tạo ra khí và kim loại khi tồn tại độc lập. Chỉ có nguyên tử khối của mỗi nguyên tố là không đổi. Mendeleev coi đây là đặc điểm định danh của mỗi nguyên tố, và ý tưởng đó của ông đã rất gần với quan điểm hiện đại.

Thứ hai, không như những người sắp xếp các nguyên tố thành cột và hàng khác, Mendeleev đã làm việc cả đời trong phòng thí nghiệm và có được kiến thức rất, rất sâu sắc về tính chất, mùi và cách thức phản ứng của các nguyên tố (đặc biệt là kim loại, vốn là các nguyên tố mơ hồ và khó hiểu nhất để đặt vào bảng tuần hoàn). Điều này giúp ông sắp xếp toàn bộ 62 nguyên tố đã biết lúc bấy giờ vào các cột và hàng trong bảng của mình. Mendeleev cũng sửa đổi bảng tuần hoàn của ông rất nhiều lần, có lúc còn viết các nguyên tố lên thẻ học và chơi trò xếp lá bài phiên bản hóa học trong văn phòng. Hơn hết, dù cả hai đều để trống một số ô trên bảng tuần hoàn của mình vì không có nguyên tố đã biết nào phù hợp, nhưng không như Meyer vốn cẩn trọng, Mendeleev lại táo bạo dự đoán rằng các nguyên tố mới sẽ được tìm ra. Ông dường như muốn nói: *hãy nhìn kỹ đi, các nhà hóa học và địa chất học, rồi các ngài sẽ thấy chúng*. Lần theo đặc điểm của các nguyên tố đã biết tại từng cột, Mendeleev thậm chí còn dự đoán khối lượng riêng cùng nguyên tử khối của các nguyên tố chưa biết. Và khi một số dự đoán đó được chứng thực, hết thảy đều bị mê hoặc. Hơn nữa, khi các nhà khoa học phát hiện ra khí trơ vào những năm 1890, bảng tuần hoàn Mendeleev đã vượt qua một thử thách quan trọng, vì nó chỉ cần thêm một cột nữa là đã dễ dàng bổ sung các nguyên tố mới này. (Mendeleev ban đầu phủ nhận sự tồn tại của khí trơ, nhưng đến lúc ấy thì bảng tuần hoàn không còn là của riêng ông nữa.)

Tiếp theo là sự phi thường của Mendeleev. Giống như nhà văn Nga Dostoevsky cùng thời (người đã viết toàn bộ cuốn tiểu thuyết Con bạc trong ba tuần để trả hết nợ cờ bạc), Mendeleev tạo ra bảng tuần hoàn đầu tiên của ông để trả đúng hạn cho nhà xuất bản sách giáo khoa. Tập một của bộ sách

giáo khoa ấy dày tới 500 trang, nhưng ông mới chỉ viết đủ cho tám nguyên tố. Điều đó có nghĩa ông phải nhét tất cả phần còn lại vào tập hai. Sau sáu tuần chần chừ, trong một khoảnh khắc xuất thần, ông quyết định rằng cách trình bày ngắn gọn nhất là trong một bảng. Quá phấn khích, ông đã bỏ công việc tay trái – cố vấn hóa học cho các nhà máy phô mai địa phương – để biên soạn bảng tuần hoàn. Khi cuốn sách được in, Mendeleev không chỉ dự đoán rằng các nguyên tố mới phù hợp với ô trống bên dưới các nguyên tố như silic và bo sẽ xuất hiện, mà còn đặt tên tạm thời cho chúng. Hẳn danh tiếng của ông cũng chẳng suy suyển thêm là mấy (vì con người thường tìm đến các bậc thầy khi do dự) vì lối dùng từ "eka" (nghĩa là "sau") kỳ lạ, huyền bí bắt nguồn từ tiếng Phạn để tạo ra những cái tên eka-silic, eka-bo…

Vài năm sau, Mendeleev (đã nổi tiếng) ly dị vợ và muốn tái hôn. Mặc dù nhà thờ địa phương bảo thủ nói rằng phải đợi bảy năm, nhưng ông đã hối lộ một linh mục và cứ thế làm lễ cưới. Về lý thuyết, Mendeleev lúc này có tới hai người vợ, nhưng không ai dám bắt ông. Khi một quan chức địa phương phàn nàn với Sa Hoàng về tiêu chuẩn kép trong trường hợp này (linh mục nhận hối lộ đã bị cách chức, còn Mendeleev lại chẳng hề hấn gì), Sa Hoàng nghiêm nghị trả lời: "Ta thừa nhận Mendeleev có hai vợ, nhưng ta chỉ có một Mendeleev mà thôi". Tuy vậy, sự kiên nhẫn của Sa Hoàng cũng có giới hạn. Năm 1890, Mendeleev (vốn theo chủ nghĩa vô chính phủ) đã bị phế học hàm vì đồng tình với các nhóm sinh viên cánh tả bạo lực.

Thật dễ hiểu tại sao giới sử học và khoa học lại quan tâm tới đời tư của Mendeleev. Tất nhiên ngày nay sẽ chẳng ai nhớ đến tiểu sử của ông nếu ông không phải là người tạo nên bảng tuần hoàn. Công trình của Mendeleev có thể sánh ngang Thuyết Tiến hóa của Darwin và Thuyết Tương đối của Einstein. Tuy không ai trong ba người tự làm tất cả, nhưng họ đã làm hầu hết mọi việc và làm xuất sắc hơn bất kỳ ai. Họ nhận ra tầm ảnh hưởng lớn lao của những hệ quả này và đã tìm ra hàng loạt bằng chứng hỗ trợ cho phát hiện của mình. Tương tự Darwin, công trình của Mendeleev cũng khiến nhiều người bất mãn. Việc Mendeleev tự ý đặt tên trước cho các nguyên tố mà ông chưa bao giờ tìm ra bị cho là quá mức tự phụ. Điều đó khiến người phát hiện ra "eka-nhôm" (cũng là học trò của Robert Bunsen) phẫn nộ; ông cảm thấy chính mình mới xứng đáng được vinh danh và có quyền đặt tên, chứ không phải một gã người Nga ngớ ngẩn.

Việc phát hiện eka-nhôm (nguyên tố gali ngày nay) đặt ra câu hỏi điều gì thực sự thúc đẩy khoa học phát triển: lý thuyết (định hình cách con người nhìn nhận thế giới) hay thực nghiệm (khi mà một thí nghiệm đơn giản nhất cũng có thể phá hủy các lý thuyết thanh tao). Sau khi gây lộn với nhà lý thuyết Mendeleev, nhà hóa học thực nghiệm tìm ra gali đã có câu trả lời chắc chắn. Paul-Emile François Lecoq de Boisbaudran sinh năm 1838 trong một gia đình có truyền thống làm rượu ở vùng Cognac nước Pháp. Sau khi trưởng thành, người đàn ông điển trai với mái tóc bồng bềnh, bộ ria uốn quăn và thích diện những chiếc cà vạt kiểu cách này đã chuyển đến Paris; ông sử dụng máy quang phổ của Bunsen rất lão luyện và trở thành người phân tích quang phổ xuất sắc nhất thế giới.

Lecoq de Boisbaudran xuất sắc đến mức sau khi phát hiện các dải màu chưa từng thấy trong một mẫu khoáng vật năm 1875, ông lập tức kết luận rằng mình đã phát hiện ra một nguyên tố mới (quả thật là vậy). Ông đặt tên nó là gali (theo từ *Gallia* – tên Latin của nước Pháp). Nhiều kẻ đa nghi cáo buộc rằng ông đã láu cá lấy tên mình đặt cho nguyên tố này, vì Lecoq (gà trống) là *gallus* trong tiếng Latin. Vì muốn tận tay cầm và cảm nhận chiến lợi phẩm mới của mình, Lecoq de Boisbaudran bắt đầu tinh chế một mẫu vật. Sau vài năm mày mò, nhà khoa học người Pháp cuối cùng đã có một khối gali đẹp và tinh khiết vào năm 1878. Dù ở thể rắn tại nhiệt độ phòng nhưng gali lại tan chảy ở 29°C, nghĩa là nó sẽ tan chảy thành một chất lỏng sánh giống thủy ngân nếu đặt trong lòng bàn tay (nhiệt độ cơ thể khoảng 37°C). Nó là một trong số ít kim loại lỏng bạn có thể chạm vào mà các ngón tay không bị bỏng đến tận xương. Từ đó, gali trở thành chủ đề chính của những câu đùa cợt trong giới hóa học uyên bác – một bước tiến rõ ràng so với những câu chuyện hài hước về đèn đốt Bunsen. Do gali dễ đúc và trông giống nhôm, một trò đùa khá phổ biến là tạo ra thìa bằng gali, đem lên cùng với trà và xem thực khách giật mình khi thấy trà Earl Grey "ăn" chiếc thìa.*

Tự hào về thứ kim loại biến hóa của mình, Lecoq de Boisbaudran đã công bố những phát hiện về nó trên các tạp chí khoa học. Gali là nguyên tố mới đầu tiên được phát hiện kể từ khi bảng tuần hoàn Mendeleev ra đời năm 1869; và khi đọc về công trình của Lecoq de Boisbaudran, nhà hóa học lý thuyết Mendeleev đã chen vào tranh công và tuyên bố gali được phát hiện ra dựa trên dự đoán của ông về eka- nhôm. Lecoq de Boisbaudran đáp gọn lỏn

rằng chính ông mới là người phát hiện. Mendeleev không đồng tình và họ bắt đầu tranh luận về vấn đề này trên các tạp chí khoa học, hệt như một câu chuyện dài kỳ mà mỗi nhân vật lại dẫn một chương. Chẳng bao lâu, cuộc thảo luận trở nên gay gắt. Bực mình với Mendeleev, Lecoq de Boisbaudran tuyên bố rằng một người Pháp ít được biết đến đã phát triển bảng tuần hoàn trước và Mendeleev ăn cắp ý tưởng này – một tội lỗi khoa học chỉ đứng sau giả mạo dữ liệu. (Mendeleev chưa bao giờ dễ chịu trong việc chia sẻ công lao. Ngược lại, Meyer đã trích dẫn bảng tuần hoàn Mendeleev trong công trình của mình vào những năm 1870, có thể khiến các thế hệ sau nghĩ rằng công trình của Meyer là phái sinh.)

Về phần mình, Mendeleev đã xem xét số liệu của Lecoq de Boisbaudran về gali và nói với nhà hóa học thực nghiệm này (dù không hề có bằng chứng) rằng ông đã đo sai, bởi khối lượng riêng và nguyên tử khối của gali khác với dự đoán của Mendeleev. Điều này thể hiện một sự ngạo mạn đến khó tin, nhưng như triết gia-sử gia khoa học Eric Scerri đã nói: Mendeleev luôn luôn "sẵn sàng bẻ cong tạo hóa để phù hợp với triết lý vĩ đại của mình". Sự khác biệt duy nhất giữa Mendeleev và kẻ điên là Mendeleev đã đúng: Lecoq de Boisbaudran sớm rút lại số liệu của mình và công bố các kết quả chứng thực dự đoán của Mendeleev. Theo Scerri: "Cộng đồng khoa học kinh ngạc vì nhà hóa học lý thuyết Mendeleev lại thấy rõ các tính chất của một nguyên tố mới hơn cả nhà hóa học thực nghiệm phát hiện ra nó". Một giáo viên dạy văn từng nói với tôi rằng thứ tạo nên một câu chuyện tuyệt vời chính là đoạn cao trào "đầy ngạc nhiên mà lại tất yếu", và bảng tuần hoàn Mendeleev là một câu chuyện tuyệt vời. Tôi ngờ rằng khi phát hiện ra sơ đồ lớn của mình về bảng tuần hoàn, chính Mendeleev cũng thấy kinh ngạc nhưng vẫn bị thuyết phục bởi sự tinh tế, đơn giản không thể chối cãi ấy. Chẳng có gì đáng ngạc nhiên khi đôi lúc ông say sưa với sức mạnh của nó.

Bỏ qua vấn đề về lòng tự tôn khoa học, cuộc tranh luận thực sự ở đây xoay quanh lý thuyết và thực nghiệm. Phải chăng chính lý thuyết dẫn dắt các giác quan của Lecoq de Boisbaudran nhìn thấy một nguyên tố mới? Hay chính thực nghiệm cung cấp bằng chứng thực sự, còn lý thuyết của Mendeleev chỉ tình cờ phù hợp? Hẳn nếu Mendeleev dự đoán về sự tồn tại của phô mai trên Sao Hỏa trước khi Lecoq de Boisbaudran tìm thấy bằng chứng về gali trong bảng tuần hoàn thì nhà khoa học người Pháp cũng phải rút lại số liệu

của mình và đưa ra kết quả hợp với những gì Mendeleev đã đoán. Dù Lecoq de Boisbaudran phủ nhận việc từng nhìn thấy bảng tuần hoàn Mendeleev nhưng có thể ông đã nghe về nó từ đâu đó, hoặc chính các bảng tuần hoàn đã khuấy động cộng đồng khoa học và gián tiếp chỉ dẫn giới khoa học tìm kiếm các nguyên tố mới. Như thiên tài Albert Einstein từng nói: “Chính lý thuyết quyết định những gì chúng ta quan sát được”.

Cuối cùng, giới khoa học vẫn không thể kết luận được phần nào – lý thuyết hay thực nghiệm – đã thúc đẩy khoa học nhiều hơn. Điều này đặc biệt đúng khi xét tới việc Mendeleev đã nhiều lần dự đoán sai. Ông thực sự rất may mắn khi một nhà khoa học giỏi như Lecoq de Boisbaudran đã phát hiện ra eka-nhôm trước. Nếu ai đó bới móc một trong những dự đoán sai ấy – Mendeleev dự đoán có rất nhiều nguyên tố đứng trước hydro và thề rằng hào quang Mặt Trời chứa một nguyên tố độc đáo là coroni – nhà bác học Nga có thể đã chìm vào quên lãng. Nhưng cũng như những pha bói mò của giới chiêm tinh cổ đại được hào quang rực rỡ của một ngôi sao chổi mà họ đoán chính xác che lấp đi, mọi người thường chỉ nhớ đến những khúc khải hoàn của Mendeleev. Lịch sử đã hào phóng ghi nhận cho Mendeleev – cùng Meyer và nhiều nhà bác học khác – quá nhiều công lao. Họ có những đóng góp quan trọng trong việc xây dựng “tấm lưới” treo nguyên tố này; nhưng đến năm 1869, chỉ có 2/3 các nguyên tố được phát hiện và một số ngồi sai cột và hàng trong nhiều năm (ngay cả ở các bảng tuần hoàn chuẩn nhất).

Hàng loạt công trình đã khiến sách vở sẽ ngày càng xa rời Mendeleev, đặc biệt là về họ lantan – mớ hỗn độn hiện đang nằm ở đáy bảng tuần hoàn. Họ lantan bắt đầu với lantan (nguyên tố thứ 57), và vị trí thích hợp cho chúng trên bảng tuần hoàn đã khiến các nhà hóa học bối rối đến tận thế kỷ 20. Các electron lớp f của các nguyên tố này khiến họ lantan dính vào nhau một cách rất khó chịu; tách chúng ra để đặt vào vị trí thích hợp chẳng khác nào gỡ một mớ bòng bong. Máy quang phổ cũng gặp khó khăn với họ lantan vì khi các nhà khoa học phát hiện ra hàng tá dải màu mới, họ không biết chúng ứng với bao nhiêu nguyên tố mới. Ngay cả Mendeleev vốn không ngại dự đoán cũng cho rằng các lantan hóc búa đến mức khó mà dự đoán nổi. Một số nguyên tố sau ceri (lantan thứ hai) được biết đến vào năm 1869. Nhưng thay vì dự đoán thêm nhiều “eka” khác, Mendeleev thừa nhận sự bất lực của mình. Sau ceri, ông để trống nhiều hàng trong bảng tuần hoàn. Sau đó, ông

thường điền lộn xộn các lantan mới sau ceri, một phần vì nhiều nguyên tố “mới” hóa ra lại là sự kết hợp của những nguyên tố đã biết. Như thể ceri là nơi tận cùng của thế giới hóa học mà Mendeleev và những nhà khoa học khác đã biết (như Gibraltar với dân đi biển cổ đại), họ có nguy cơ rơi vào một xoáy nước hoặc rơi ra khỏi rìa thế giới ấy sau ceri.

Thật ra, Mendeleev đã có thể hóa giải tất cả nỗi thất vọng của mình nếu đi thêm vài trăm kilomet về phía tây St. Petersburg. Tại nơi gần điểm phát hiện ra ceri lần đầu tiên này (thuộc Thụy Điển), ông sẽ bắt gặp một mỏ nguyên liệu sứ mà không mấy ai quan tâm trong một ấp có cái tên ngộ nghĩnh: Ytterby.

Typische Elemente							
			K = 39	Rb = 85	Cs = 133	—	—
			Ca = 40	Sr = 87	Ba = 137	—	—
			—	?Yt = 88?	?Di = 138?	Er = 178?	—
			Ti = 48?	Zr = 90	Ce = 140?	?La = 180?	Tb = 231
			V = 51	Nb = 94	—	Ta = 182	—
			Cr = 52	Mo = 96	—	W = 184	U = 240
			Mn = 55	—	—	—	—
			Fe = 56	Ru = 104	—	Os = 195?	—
			Co = 59	Rh = 104	—	Ir = 197	—
			Ni = 59	Pd = 106	—	Pt = 198?	—
H = 1	Li = 7	Na = 23	Cu = 63	Ag = 108	—	Au = 199?	—
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65	Cd = 112	—	Hg = 200	—
	B = 11	Al = 27,3	—	In = 113	—	Tl = 204	—
	C = 12	Si = 28	—	Sn = 118	—	Pb = 207	—
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	—	Bi = 208	—
	O = 16	S = 32	Se = 78	Te = 125?	—	—	—
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	J = 127	—	—	—

Bảng tuần hoàn sơ khai do Dmitri Mendeleev xây dựng năm 1869. Khoảng cách lớn sau ceri (Ce) cho thấy Mendeleev và các nhà khoa học đương thời biết rõ về sự phức tạp về mặt hóa học của các kim loại đất hiếm.

Vào năm 1701, thiếu niên huênh hoang Johann Friedrich Böttger – đang ngây ngất trước đám đông mình tập hợp được bằng vài lời nói dối vô hại –

đã rút ra hai đồng bạc để trình diễn ảo thuật. Sau khi anh ta khoát tay và thực hiện phép thuật hóa học, những mảnh bạc đã "biến mất", và một mảnh vàng duy nhất hiện lên đúng vị trí đó. Đó là màn trình diễn thuyết phục nhất về thuật giả kim mà người dân địa phương từng thấy. Böttger đinh ninh danh tiếng của mình sẽ nổi như cồn và quả thật là vậy, chỉ tiếc rằng nó lại đem đến vận rủi.

Tin đồn về Böttger rất nhanh đến tai vua Augustus II của Ba Lan. Ông đã bắt nhốt Böttger trong một lâu đài và bắt tạo ra vàng cho vương quốc (tương tự truyện cổ tích Rumpelstiltskin trong Truyện cổ Grim). Böttger không thể làm được và sau vài thí nghiệm vô ích, kẻ nói dối vô hại này sắp phải bước lên giá treo cổ khi vẫn còn rất trẻ. Trong cơn bĩ cực, Böttger đã cầu xin nhà vua tha mạng. Dù không biết thuật giả kim nhưng anh ta lại nói rằng mình biết làm đồ sứ.

Vào thời điểm đó, tuyên bố này càng khó tin hơn nữa. Kể từ khi Marco Polo trở về từ Trung Quốc vào cuối thế kỷ 13, giới thượng lưu châu Âu luôn bị ám ảnh bởi sứ trắng từ Trung Quốc: đủ cứng để không bị dũa móng tay làm trầy xước nhưng vẫn hơi trong như vỏ trứng một cách kỳ diệu. Các đế quốc được đánh giá qua bộ tách trà mình sở hữu, và những lời đồn đại về sức mạnh của sứ lan khắp hang cùng ngõ hẻm. Có tin đồn rằng uống nước trong ly sứ sẽ không thể trúng độc. Tin khác lại nói đồ sứ ở Trung Quốc nhiều đến nỗi họ đã dựng lên một tòa tháp chín tầng bằng sứ chỉ để khoe mẽ. (Điều này hóa ra là thật[1].) Trong nhiều thế kỷ, những gia tộc châu Âu đầy quyền lực (như nhà Medici ở Florence) đã tài trợ cho nghiên cứu về sứ nhưng chỉ tạo ra được những hàng nhái loại C.

[1]. Năm 1412, Minh Thành Tổ Chu Đệ cho xây dựng Lưu Ly Tháp (nằm trong tổ hợp Đại Báo Ân Tự ở Nam Kinh). Đây là một tòa tháp chín tầng làm bằng sứ. (BTV)

May mắn cho Böttger, vua Augustus có sẵn một nhân tài đang nghiên cứu đồ sứ: Ehrenfried Walther von Tschirnhaus. Tschirnhaus – người từng đi thử nghiệm mẫu đất ở Ba Lan để tìm ngọc quý – vừa phát minh ra một lò nung đặc biệt đạt tới 1.650°C. Nhờ đó, anh có thể nung chảy được sứ để phân tích, và khi nhà vua ra lệnh cho Böttger làm trợ lý cho Tschirnhaus, nghiên

cứu đã bắt đầu tiến triển. Bộ đôi này đã phát hiện ra thành phần bí mật trong đồ sứ Trung Quốc là một loại đất sét trắng gọi là cao lanh và đá fenspat được nung thành thủy tinh ở nhiệt độ cao. Quan trọng không kém, họ nhận ra phải nấu men sứ và đất sét cùng lúc chứ không phải trong các bước riêng biệt (như hầu hết đồ sành sứ). Chính sự pha trộn ở nhiệt độ cao này giúp sứ trở nên cứng và sáng. Sau khi hoàn thiện quá trình chế tác, họ hồ hởi quay về trình diễn cho đức vua xem. Augustus bày tỏ sự cảm kích với họ và mơ rằng đồ sứ sẽ lập tức biến ông thành vị quân chủ quyền lực nhất châu Âu (ít nhất là về mặt xã hội). Sau bước đột phá lớn như vậy, Böttger mong chờ được thả tự do. Nhưng đen đủi thay, nhà vua cho rằng giờ anh quá đáng giá nên đã nhốt lại và canh phòng cẩn mật hơn.

Bí mật về đồ sứ bị rò rỉ và công thức của Böttger cùng Tschirnhaus đã lan khắp châu Âu như một điều khó tránh. Sẵn có nền tảng cơ bản về hóa học, các thợ thủ công đã mày mò cải tiến quy trình trong nửa thế kỷ tiếp theo. Chẳng mấy chốc, người ta đã khai thác fenspat ở bất cứ nơi nào tìm thấy, kể cả vùng Scandinavi băng giá (nơi bếp lò bằng sứ trở nên đáng giá vì nhiệt độ cao và giữ nhiệt lâu hơn bếp sắt). Để phục vụ ngành công nghiệp đang phát triển ở châu Âu, một mỏ fenspat trên đảo Ytterby (cách Stockholm hàng chục kilomet) đã được khai thác năm 1780.

Ytterby (phát âm là "itt-er-bee", nghĩa là "ngôi làng bên ngoài") mang đặc trưng của một ngôi làng Thụy Điển ven biển: những ngôi nhà mái đỏ ngay trên mặt nước, cửa chớp lớn màu trắng và rất nhiều cây thông trong những mảnh sân rộng. Mọi người di chuyển quanh quần đảo bằng phà. Đường phố được đặt tên theo tên các khoáng sản và nguyên tố.*

Mỏ tại Ytterby nằm trên đỉnh một ngọn đồi ở đông nam hòn đảo, khoáng vật của nó cung cấp nguyên liệu thô chất lượng cao để làm sứ và các mục đích khác. Đá của nó cũng tạo ra các màu sắc và men lạ khi chế biến, và đây là điều hấp dẫn các nhà khoa học. Ngày nay, ta biết rằng màu sắc tươi sáng là bằng chứng rõ nét cho thấy sự có mặt của các nguyên tố họ lantan, và mỏ ở Ytterby chứa nhiều nguyên tố họ này tới bất thường vì một số lý do địa chất. Các nguyên tố đất hiếm từng được trộn đều trong vỏ Trái Đất, như thể ai đó đổ cả một tá gia vị vào bát và khuấy đều. Nhưng các nguyên tố kim loại (đặc biệt là họ lantan) có xu hướng di chuyển cùng nhau và co cụm

lại khi hòa vào dòng dung nham. Các túi họ lantan tình cờ tập kết gần Thụy Điển (thực tế là ở dưới); và do vùng Scandinavi nằm gần một đường đứt gãy, nên các hoạt động kiến tạo địa chất trong quá khứ đã xới những tảng đá giàu nguyên tố họ lantan lên từ sâu dưới lòng đất – một quá trình được hỗ trợ bởi các miệng phun thủy nhiệt yêu thích của Bunsen. Trong kỷ băng hà gần nhất, các sông băng rộng lớn đã cuốn phăng lớp đất mặt của vùng Scandinavi. Sự kiện địa chất cuối cùng này đã làm lộ ra những tảng đá giàu lantan có thể khai thác dễ dàng gần Ytterby.

Nhưng dù Ytterby có đặc điểm địa chất giá trị về mặt khoa học cùng điều kiện kinh tế thích hợp để thu lợi nhuận từ khai thác mỏ thì nó vẫn cần môi trường xã hội thích hợp. Vào cuối thế kỷ 17 – thế kỷ mà ngay cả các tổ chức hàn lâm cũng săn lùng phù thủy quy mô lớn đến mức biến sự kiện Salem thành trò cười – Scandinavi chỉ vừa mới thoát khỏi tư duy kiểu Viking. Nhưng thế kỷ 18, sau khi Thụy Điển thống nhất bán đảo Scandinavi về mặt chính trị còn Phong trào Khai sáng ở Thụy Điển đã chinh phục nền văn hóa nơi này, người Scandinavi cuối cùng cũng nhất tề chấp nhận chủ nghĩa duy lý. Các nhà khoa học vĩ đại bắt đầu xuất hiện dù khu vực này rất ít dân. Trong đó có Johan Gadolin, một nhà hóa học sinh năm 1760 trong gia đình có truyền thống khoa học. (Cha là giáo sư vật lý và thần học, ông nội thậm chí còn giữ chức giáo sư vật lý và giám mục.)

Sau chuyến du lịch khắp châu Âu khi còn trẻ (ông tới cả Anh, kết bạn và đi thăm các mỏ đất sét của nhà sản xuất sứ Josiah Wedgwood), Gadolin định cư ở Turku (hiện là Phần Lan) đối diện Stockholm qua biển Baltic. Ở đó, ông đã trở thành một nhà địa hóa học danh tiếng. Các nhà địa chất nghiệp dư bắt đầu chuyển những tảng đá khác thường từ Ytterby đến cho ông để xin ý kiến. Và qua các ấn phẩm của Gadolin, giới khoa học bắt đầu biết đến mỏ đá nhỏ đáng chú ý này.

Mặc dù không có các công cụ hóa học (hay lý thuyết) để tách riêng 14 nguyên tố họ lantan, Gadolin đã đạt được tiến bộ đáng kể trong việc cô lập các cụm nguyên tố. Với ông, đi tìm nguyên tố chỉ là trò tiêu khiển để giải khuây. Tới khi Mendeleev đã già và các nhà hóa học với công cụ tốt hơn nhìn lại công trình của Gadolin trên đá Ytterby, các nguyên tố mới bắt đầu "rụng ra như sung". Gadolin đã khởi xướng một trào lưu bằng cách đặt tên

cho một nguyên tố giả định là yttria; và để ghi nhớ nguồn gốc chung của họ lantan, các nhà hóa học đã lưu danh Ytterby trên bảng tuần hoàn. Ytterby là nơi khởi thủy của bảy nguyên tố họ lantan, nhiều hơn bất kỳ người, địa điểm hay sự vật nào khác, là nguồn gốc cho các tên gọi ytecbi, ytri, tecbi và ecbi. Với ba nguyên tố chưa được đặt tên, trước khi "hết chữ" ("Rbi" nghe không xuôi cho lắm), các nhà hóa học đã dùng honmi (trong Stockholm); tuli (tên Scandinavi trong thần thoại Bắc Âu) và gadolini (để ghi công Gadolin – theo nguyện vọng của Lecoq de Boisbaudran).

Nhìn chung, có tới sáu trong bảy nguyên tố được phát hiện ở Ytterby thuộc về họ lantan còn thiếu trên bảng tuần hoàn Mendeleev. Lịch sử hẳn đã rất khác – Mendeleev có thể tự mình lấp đầy toàn bộ hàng dưới của bảng tuần hoàn (sau nguyên tố ceri) – nếu ông đi về phía tây qua vịnh Phần Lan và biển Baltic đến Ytterby, nơi có thể được ví như quần đảo Galápagos của bảng tuần hoàn[1].

[1]. Quần đảo Galápagos là nơi Darwin đã phát hiện ra nhiều loài đặc hữu. Ytterby được so sánh như quần đảo này bởi lẽ đây là nơi phát hiện ra nhiều nguyên tố họ lantan nhất. (BTV)

PHẦN II
TẠO RA NGUYÊN TỬ, PHÁ VỠ NGUYÊN TỬ

Chương 4
Khởi nguồn của các nguyên tử: “Chúng ta đều sinh ra từ bụi sao”

Các nguyên tố đến từ đâu? Trong suốt nhiều thế kỷ, các nhà khoa học vẫn luôn cho rằng chúng chẳng đến từ đâu cả. Có rất nhiều lý thuyết siêu hình tranh cãi về việc ai (hoặc Đấng Sáng Tạo nào) tạo ra vũ trụ và tại sao, nhưng tất cả đều đồng thuận rằng mọi nguyên tố đã tồn tại kể từ khi vũ trụ sinh ra. Chúng vô thủy vô chung, trường tồn cùng thời gian và thi gan cùng tuế nguyệt. Các lý thuyết mới hơn (như thuyết Vụ nổ Lớn vào những năm 1930) đã áp dụng quan điểm này. Điểm cực nhỏ ấy tồn tại từ 14 tỷ năm trước, chứa đựng tất cả vật chất trong vũ trụ và mọi thứ ta thấy ngày nay đều xuất phát từ đó. Chúng chưa mang hình dạng của vương miện kim cương, lon thiếc hay lá nhôm mà tồn tại dưới dạng các nguyên tử. (Một nhà khoa học tính toán rằng phải mất mười phút để Vụ nổ Lớn tạo ra toàn bộ vật chất đã biết, rồi dí dỏm nói: “Nấu các nguyên tố còn nhanh hơn là nấu thịt vịt và khoai tây nướng.”) Đó lại là một quan điểm theo lẽ thường: lịch sử thiên văn bền vững của các nguyên tố.

Vài thập kỷ sau, lý thuyết đó bắt đầu gây tranh cãi. Năm 1939*, các nhà khoa học Đức và Mỹ đã chứng minh rằng Mặt Trời và các ngôi sao khác tự gia nhiệt bằng cách hợp hạch[1] hydro thành heli, giải phóng nguồn năng lượng khổng lồ bất chấp kích thước cực nhỏ của nguyên tử. Một số nhà khoa học đồng ý rằng số lượng hydro và heli có thay đổi (dù rất ít), nhưng không có bằng chứng nào cho thấy số lượng của các nguyên tố khác thay đổi cả. Khi kính thiên văn ngày càng được cải thiện, nhiều khúc mắc cũng xuất hiện theo. Về lý thuyết, Vụ nổ Lớn phải giải phóng các nguyên tố đồng đều theo mọi hướng. Nhưng dữ liệu đã chứng minh rằng hầu hết các ngôi sao trẻ chỉ chứa hydro và heli, còn các ngôi sao già hơn lại chứa hàng tá nguyên tố. Thêm vào đó, các nguyên tố cực kỳ kém bền như tecneti không xuất hiện trên Trái Đất nhưng lại tồn tại trong một số “ngôi sao đặc

biệt về mặt hóa học”.* Phải có thứ gì đó đang liên tục tạo ra các nguyên tố mỗi ngày.

[1]. Phản ứng xảy ra dưới điều kiện nhiệt độ và áp suất rất cao để tổng hợp (hợp) hạt nhân (hạch) nguyên tử nhẹ thành nguyên tử của các nguyên tố nặng hơn. (BTV)

Vào giữa những năm 1950, một số nhà thiên văn học nhạy bén đã nhận ra rằng mỗi ngôi sao đều có thể được coi là một vị thần thợ rèn Vulcan. Năm 1957, Geoffrey Burbidge, Margaret Burbidge, William Fowler và Fred Hoyle (dù không phải những người duy nhất) đã góp công lớn trong việc giải thích lý thuyết về sự tổng hợp hạt nhân ở lõi sao trong bài báo nổi tiếng mà giới chuyên môn thường gọi là B^{2}FH. Khác với các bài viết học thuật thông thường, B^{2}FH mở đầu bằng hai câu trích dẫn kỳ lạ và mâu thuẫn của Shakespeare về việc các ngôi sao có chi phối số phận nhân loại hay không.* Tiếp đó, bài báo khẳng định là có. Đầu tiên, B^{2}FH cho rằng vũ trụ từng là một hỗn hợp nguyên thủy của hydro cùng với một ít heli và liti. Cuối cùng, hydro tụ lại thành các ngôi sao và lực hấp dẫn cực lớn tại lõi sao bắt đầu hợp hạch hydro thành heli, cấp năng lượng cho mọi ngôi sao phát sáng. Mặc cho sự thiết yếu của nó đối với vũ trụ, quá trình này lại rất vô vị về mặt khoa học vì việc duy nhất mà mọi ngôi sao làm trong suốt hàng tỷ năm chỉ là tạo ra heli mà thôi. Chỉ khi cạn kiệt hydro, mọi thứ mới bắt đầu thay đổi và B2FH cho rằng đây mới là đóng góp thực sự của ngôi sao.

Lúc này, những ngôi sao vốn chỉ biết hợp hạch hydro bắt đầu biến đổi, vượt xa tất cả những tưởng tượng hoang đường nhất của giới giả kim.

Trong cơn bĩ cực nhằm duy trì nhiệt độ cao, ngôi sao thiếu hydro bắt đầu hợp hạch heli trong lõi. Đôi khi các nguyên tử heli kết hợp hoàn toàn và tạo thành các nguyên tố có số khối chẵn; đôi khi proton và neutron tách ra để tạo ra các nguyên tố có số khối lẻ. Không lâu sau, một lượng đáng kể liti, bo, beri và đặc biệt là cacbon sẽ tích tụ trong lõi sao (và chỉ ở lớp trong – lớp ngoài nguội hơn chủ yếu vẫn là hydro trong suốt vòng đời). Thật không may, hợp hạch heli giải phóng ít năng lượng hơn hợp hạch hydro, nên sau nhiều nhất là vài trăm triệu năm thì ngôi sao sẽ cạn kiệt heli. Một

số ngôi sao nhỏ thậm chí có thể "chết" ngay tại thời điểm này và tạo ra các khối cacbon nóng chảy được gọi là sao lùn trắng. Những ngôi sao nặng hơn (ít nhất là gấp tám lần Mặt Trời của chúng ta) tiếp tục chiến đấu, hợp hạch cacbon thành sáu nguyên tố nặng hơn (cho đến magie) để tồn tại thêm vài trăm năm. Vài ngôi sao nữa bị diệt vong, nhưng những ngôi sao lớn nhất và nóng nhất (nhiệt độ lõi đạt tới năm tỷ độ) lại tiếp tục hợp hạch các nguyên tố đó để sống thêm vài triệu năm nữa. B^2FH dõi theo các phản ứng hợp hạch khác nhau này và giải thích công thức tạo ra mọi thứ cho đến nguyên tố sắt: nó không khác gì quá trình tiến hóa của các nguyên tố. Nhờ B^2FH mà các nhà thiên văn học ngày nay có thể coi mọi nguyên tố từ liti tới sắt là "các kim loại sao". Và khi tìm thấy sắt ở một ngôi sao, các nhà khoa học không cần tìm thêm các nguyên tố nhỏ hơn nữa – bởi khi sắt được phát hiện, họ hoàn toàn có quyền khẳng định rằng phần đầu của bảng tuần hoàn (cho đến nguyên tố sắt) cũng tồn tại.

Theo lẽ thường thì các nguyên tử sắt sẽ tiếp tục hợp hạch trong các ngôi sao lớn nhất, và những nguyên tử mới sinh ra sẽ tiếp tục hợp hạch thành mọi nguyên tố còn lại trong bảng tuần hoàn. Nhưng lẽ thường một lần nữa lại sai. Khi tính toán và kiểm tra lượng năng lượng do mỗi nguyên tử sắt (26 proton) được hợp hạch mà thành phát ra, bạn sẽ thấy phản ứng hợp hạch này *tiêu thụ* chứ không sản sinh năng lượng. Điều đó nghĩa là phản ứng hợp hạch để tạo thành các nguyên tố nặng hơn sắt* chẳng ích gì cho một ngôi sao đang đói năng lượng. Sắt là hồi chuông báo tử trong cuộc đời của một ngôi sao.

Vậy các nguyên tố nặng nhất: số hiệu nguyên tử từ 27 (coban) đến 92 (urani) tới từ đâu? Trớ trêu thay, B^2FH cho biết chúng được khai sinh trong các vụ nổ siêu tân tinh. Sau khi cạn kiệt các nguyên tố như magie và silic, các ngôi sao cực lớn (nặng gấp 12 lần Mặt Trời của chúng ta) sẽ hợp hạch lõi sắt trong khoảng thời gian tương đương một ngày trên Trái Đất. Trước khi diệt vong, nó phát ra một tiếng gào thảm khốc để báo hiệu cái chết của mình. Không thể duy trì khối lượng lâu hơn được nữa, các ngôi sao cạn kiệt năng lượng sẽ sụp đổ dưới lực hấp dẫn khổng lồ của chính mình, co lại hàng ngàn kilomet chỉ trong vài giây. Các proton và electron tại lõi tự hút lẫn nhau để tạo thành neutron, mãi cho đến khi hầu như chỉ còn lại neutron (lúc này proton và electron chỉ còn lại rất ít). Sau khi co lại tới cực

hạn, chúng bùng nổ ngược ra ngoài. Phải, *bùng nổ* theo đúng nghĩa đen của từ này. Trong khoảnh khắc huy hoàng cuối cùng của cuộc đời mình (kéo dài trong thời gian bằng khoảng một tháng trên Trái Đất), chúng tạo ra vụ nổ siêu tân tinh trải dài hàng triệu kilomet và sáng hơn một tỷ ngôi sao gộp lại. Chính trong vụ nổ siêu tân tinh này, vô số hạt với động lượng rất lớn va vào nhau với tần suất lớn đến mức nhảy qua cả hàng rào năng lượng bình thường và hợp hạch cùng với những nguyên tử sắt trước đó. Nhiều hạt nhân sắt được bao phủ bởi neutron, một số neutron trong đó phân rã trở lại thành proton và tạo ra các nguyên tố mới. Trận bão hạt này tạo ra mọi nguyên tố cùng các đồng vị của chúng.

Chỉ riêng thiên hà của chúng ta đã có hàng trăm triệu vụ nổ siêu tân tinh trải qua vòng luân hồi này. Một vụ nổ như vậy đã tạo nên Hệ Mặt Trời ngày nay. Khoảng 4,6 tỷ năm trước, một vụ nổ siêu tân tinh đã gây ra tiếng nổ siêu âm và thổi bay đám bụi không gian rộng khoảng 24 tỷ kilomet (tàn tích của ít nhất hai ngôi sao). Đám bụi hòa lẫn với bọt từ vụ nổ siêu tân tinh, và toàn bộ mớ hỗn độn bắt đầu cuộn xoáy như mặt ao khổng lồ bị khuấy động. Nhiệt độ phần lõi đặc của đám mây gia tăng nhanh chóng và tạo thành Mặt Trời (ngôi sao này là thành phẩm của các ngôi sao trước đó), các thiên thể khác bắt đầu kết tụ lại. Các hành tinh ấn tượng nhất (hành tính khí khổng lồ) hình thành khi một cơn gió mặt trời – dòng vật chất phun từ Mặt Trời – thổi các nguyên tố nhẹ hơn ra rìa. Trong đó, Sao Mộc chứa nhiều khí nhất; do nhiều nguyên nhân mà nó trở thành nơi trú ngụ tuyệt vời cho các nguyên tố vì chúng có thể tồn tại dưới những dạng không bao giờ tưởng tượng được trên Trái Đất.

Từ thời cổ đại, những truyền thuyết về Sao Kim rực rỡ, Sao Thổ có vành và Sao Hỏa đầy sự sống đã chắp cánh cho trí tưởng tượng của con người bay xa. Các thiên thể là nguồn tên của nhiều nguyên tố. Sao Thiên Vương được phát hiện năm 1781 đã khiến cộng đồng khoa học vô cùng phấn khích, và một nhà khoa học đã đặt tên cho urani theo tên Sao Thiên Vương (Uranus) vào năm 1789 dù hành tinh này chẳng chứa một gram urani nào. Neptuni và plutoni cũng được đặt tên theo cách này. Nhưng trong tất cả các hành tinh, Sao Mộc mới là nơi có nhiều phát hiện ngoạn mục nhất trong những thập kỷ gần đây. Năm 1994, sao chổi Shoemaker-Levy 9 đã đâm vào nó, vụ va chạm đầu tiên của hai thiên thể mà con người từng chứng kiến.

Sự kiện này vô cùng ngoạn mục: 21 mảnh vỡ của sao chổi này đâm vào Sao Mộc và tạo thành các quả cầu lửa bay cao đến 3.000 km. Cảnh tượng này đã gây xôn xao dư luận, và các nhà khoa học của NASA phải đối mặt với nhiều câu hỏi đáng chú ý trong các phiên hỏi đáp trực tuyến. Một người hỏi liệu lõi Sao Mộc có thể là một viên kim cương lớn hơn Trái Đất không. Một người khác hỏi rằng điểm đỏ khổng lồ của Sao Mộc có liên quan gì đến "vật lý siêu chiều [mà ông ta có thể] từng được nghe nói tới" – một mô hình vật lý có thể khiến du hành thời gian trở nên khả thi. Vài năm sau vụ va chạm của Shoemaker-Levy 9, khi lực hấp dẫn của Sao Mộc bẻ cong quỹ đạo sao chổi Hale-Bopp về phía Trái Đất, 39 người cuồng tín đi giày Nike ở San Diego đã tự sát vì tin rằng sao chổi bị Sao Mộc bẻ hướng một cách thần kỳ chứa một UFO có thể đưa họ đến cõi thiêng.

Ngày nay không có chỗ cho niềm tin lạ nữa. (Mặc cho uy tín của mình, Fred Hoyle của nhóm B2FH vẫn không tin vào sự tiến hóa hay Vụ nổ Lớn – cụm từ mà ông đưa ra một cách chế nhạo trên một chương trình phát thanh của BBC để phủ nhận ý tưởng này.) Nhưng câu hỏi về kim cương trong đoạn trước ít nhất cũng có nền tảng thực tế. Một số nhà khoa học từng lập luận nghiêm túc (hoặc đã thầm hy vọng) rằng khối lượng đồ sộ của Sao Mộc có thể tạo ra một viên đá quý khổng lồ như thế. Một số vẫn nuôi hy vọng về sự tồn tại của kim cương lỏng và những viên kim cương rắn to cỡ chiếc xe Cadillac ở đó. Và nếu bạn đang tìm kiếm các vật liệu thực sự kỳ lạ, thì giới thiên văn học tin rằng từ trường thất thường của Sao Mộc chỉ có thể giải thích được bằng các đại dương lỏng có màu đen của "hydro dạng kim loại"[1]. Các nhà khoa học đã tạo ra loại điều kiện cực đoan nhất mà họ có thể trên Trái Đất và thấy hydro dạng kim loại tồn tại trong vài nano giây. Tuy nhiên, nhiều người tin rằng Sao Mộc đã tạo ra một hồ chứa hydro dạng kim loại dày tới 43.000 km.

[1]. Hydro ở trạng thái này dẫn điện được. Năm 1935, Eugene Wigner và Hillard Bell Huntington dự đoán nó có tồn tại và có thể ở trong lõi Sao Mộc, Sao Thổ và một số ngoại hành tinh khác. (BTV)

Lý do các nguyên tố tồn tại một cách kỳ lạ như vậy trên Sao Mộc (và trên Sao Thổ – hành tinh khí lớn thứ hai – với mức độ thấp hơn) là vì Sao Mộc là một kẻ nửa nạc nửa mỡ: khối lượng của nó không đủ lớn để trở thành

một ngôi sao thực sự. Nếu hút được lượng vật chất nhiều gấp mười lần trong quá trình hình thành, Sao Mộc có thể sẽ biến thành một sao lùn nâu có khối lượng vừa đủ để hợp hạch một số nguyên tử và phát ra ánh sáng nâu mờ.* Nếu vậy, Hệ Mặt Trời có thể sẽ là một hệ sao đôi. (Như ta sẽ thấy ở phía sau, điều này không quá điên rồ.) Thay vào đó, Sao Mộc lại hạ nhiệt độ xuống dưới ngưỡng hợp hạch nhưng vẫn duy trì đủ nhiệt, khối lượng cũng như áp lực để ép các nguyên tử lại rất gần nhau, đến mức chúng ngừng hoạt động như các nguyên tử trên Trái Đất. Bên trong Sao Mộc, chúng bước vào trạng thái lấp lửng, nằm giữa ngưỡng xảy ra phản ứng hóa học và phản ứng hạt nhân. Lúc này, ta có thể có kim cương to bằng Trái Đất và hydro dạng kim loại lỏng.

Khí hậu trên bề mặt Sao Mộc cũng tác động đáng kể tới các nguyên tố. Đây không phải là điều đáng ngạc nhiên trên một hành tinh có thể nuôi dưỡng Vết Đỏ Lớn (một cơn bão lớn gấp ba lần Trái Đất, vẫn tồn tại sau nhiều thế kỷ hình thành[1]). Khí tượng sâu bên trong Sao Mộc thậm chí còn ngoạn mục hơn thế nữa. Vì gió mặt trời chỉ thổi các nguyên tố nhẹ nhất và dồi dào nhất tới Sao Mộc, nên nó hẳn có thành phần nguyên tố khá giống các sao thực sự: 90% hydro, 10% heli và còn có lượng nhỏ các nguyên tố khác, gồm cả neon. Nhưng các quan sát vệ tinh gần đây cho thấy 25% lượng heli và 90% lượng neon đang biến mất khỏi khí quyển Sao Mộc. Không phải ngẫu nhiên khi một lượng rất lớn các nguyên tố đó tồn tại ở nơi sâu hơn của hành tinh này. Điều gì đó đã bơm khí heli và neon từ điểm này sang điểm khác, và các nhà khoa học sớm nhận ra rằng một bản đồ thời tiết của Sao Mộc có thể cho họ lời giải đáp.

[1]. *Theo các quan sát gần đây của NASA thì Vết Đỏ Lớn đã co lại. Hiện đường kính của nó chỉ còn bằng khoảng 1,3 lần đường kính Trái Đất. (BTV) Xem tại: https://www.nasa.gov/image-feature/jpl/pia21774/jupiter-s-great-red-spot-swallows- earth*

Ở một ngôi sao thực sự, năng lượng từ phản ứng hợp hạch trong lõi sẽ giúp chống lại lực hấp dẫn đang khiến nó co lại. Các điều kiện của Sao Mộc không đủ để khởi động "lò hợp hạch" trong lòng chính nó, nên khó mà ngăn được heli hay neon ở các lớp khí bên ngoài bị hút vào trong. Sau khi đi được khoảng một phần tư quãng đường từ bề mặt Sao Mộc tới lõi,

những khí đó tiến gần lớp hydro dạng kim loại lỏng. Và dưới áp suất khí quyển cực mạnh, các khí này sẽ chuyển thành dạng lỏng. Chúng nhanh chóng tụ lại thành giọt.

Ngày nay, mọi người đều thấy heli và neon phát ra ánh sáng nhiều màu trong các ống thủy tinh được gọi là đèn neon. Khi "nhảy dù" xuống bề mặt Sao Mộc, các giọt lỏng có thể được ma sát kích thích và tiếp năng lượng giống như cách hành tinh này đã làm với các thiên thạch. Nếu chúng đủ lớn để rơi đủ nhanh và đủ xa, một người trôi nổi ngay gần lớp hydro kim loại lỏng trong Sao Mộc có thể (chỉ là giả định) nhìn lên bầu trời màu kem pha cam và thưởng thức màn trình diễn ánh sáng ngoạn mục nhất: màn pháo hoa trên bầu trời Sao Mộc với hàng ngàn tỷ vệt màu đỏ thẫm rực rỡ mà giới khoa học gọi là mưa neon.

Lịch sử các hành tinh đá trong Hệ Mặt Trời (Sao Thủy, Sao Kim, Trái Đất và Sao Hỏa) thì khác và ít kịch tích hơn nhiều. Khi tinh hệ này bắt đầu hình thành, những hành tinh khí khổng lồ xuất hiện trước (chỉ trong một triệu năm), trong khi các nguyên tố nặng tập trung trong một vành đai thiên thể gần như nằm ở tâm quỹ đạo Trái Đất và bất động trong hàng triệu năm tiếp theo. Khi Trái Đất và các hành tinh lân cận cuối cùng cũng biến thành những quả cầu nóng chảy, các nguyên tố nặng được hòa trộn khá đồng đều trong thành phần của chúng. Mạn phép lấy ý thơ của William Blake, nắm đất trong tay bạn chứa toàn bộ vũ trụ và cả bảng tuần hoàn. Các nguyên tử bắt đầu kết hợp với những đồng vị và họ hàng về mặt hóa học của chúng, và mỗi nguyên tố tập trung tại một khu vực riêng với trữ lượng đáng kể sau quá trình gồm hàng tỷ lần hòa trộn. Chẳng hạn: sắt rắn chìm vào lõi mỗi hành tinh và ở đó đến tận ngày nay. (Không chịu thua kém Sao Mộc, lõi lỏng của Sao Thủy đôi khi cũng phun ra những "bông tuyết" sắt – không giống những bông tuyết sáu cạnh từ nước quen thuộc trên Trái Đất mà ở dạng những khối lập phương siêu nhỏ.*) Trái Đất hẳn đã chẳng có gì ngoài những tảng nhôm, urani và các nguyên tố khác nếu hành tinh này không nguội đi và rắn lại đến mức khiến quá trình hòa trộn ngừng lại. Vì vậy, các mỏ nguyên tố ngày nay phân tán đủ xa để không một quốc gia nào có thể độc quyền về nguồn cung, ngoại trừ vài trường hợp đặc biệt.

So với các hành tinh quay quanh các ngôi sao khác, bốn hành tinh đá của chúng ta có trữ lượng từng nguyên tố khác nhau. Hầu hết các hệ mặt trời có khả năng đều hình thành từ vụ nổ siêu tân tinh; và tỷ lệ chính xác các nguyên tố trong mỗi hệ phụ thuộc vào năng lượng của vụ nổ siêu tân tinh dùng để tổng hợp nguyên tố và cả những gì tồn tại (như bụi vũ trụ) để trộn với mảnh vụn. Kết quả là mỗi hệ mặt trời có kiểu đặc trưng nguyên tố riêng. Khi học hóa ở trường phổ thông, hẳn bạn đã thấy mỗi nguyên tố trên bảng tuần hoàn đều có nguyên tử khối (tổng số proton và neutron) tương ứng. Ví dụ: cacbon có nguyên tử khối là 12,011 đơn vị. Thực ra, đó chỉ là giá trị trung bình. Hầu hết nguyên tử cacbon có nguyên tử khối là 12 đơn vị và 0,011 được gắn vào khi tính đến các nguyên tử cacbon rải rác có nguyên tử khối là 13 hoặc 14. Nhưng ở một thiên hà khác, nguyên tử khối trung bình của cacbon có thể cao hoặc thấp hơn một chút. Hơn nữa, siêu tân tinh tạo ra nhiều nguyên tố phóng xạ và chúng bắt đầu phân rã ngay sau vụ nổ. Khả năng hai hệ có cùng tỷ lệ nguyên tố phóng xạ-không phóng xạ là rất nhỏ, trừ khi hai hệ được sinh ra cùng lúc.

Với sự khác nhau giữa các hệ mặt trời cùng với việc chúng đã hình thành từ cách đây quá lâu, nhiều người lý trí sẽ hỏi tại sao giới khoa học có được ý tưởng về cách Trái Đất ra đời. Về cơ bản, các nhà khoa học đã phân tích số lượng và vị trí của các nguyên tố phổ biến, nguyên tố hiếm trong vỏ Trái Đất và suy luận xem chúng tồn tại ở đó bằng cách nào. Chẳng hạn: các nguyên tố phổ biến như chì và urani đã giúp xác định tuổi của hành tinh này thông qua một loạt thí nghiệm cực kỳ tỉ mỉ được một nghiên cứu sinh ở Chicago thực hiện vào những năm 1950.

Các nguyên tố nặng nhất có tính phóng xạ và hầu hết chúng (đặc biệt là urani) phân rã thành chì ở trạng thái bền. Vì khởi đầu sự nghiệp với Dự án Manhattan nên Clair Patterson biết tỷ lệ chính xác của các nguyên tử khi urani phân rã. Ông cũng biết rằng có ba loại đồng vị chì tồn tại trên Trái Đất với nguyên tử khối là 204, 206 và 207. Một số nguyên tử chì tồn tại từ khi vụ nổ siêu tân tinh xảy ra, nhưng một số lại do urani phân rã mà thành. Điều đáng chú ý là urani chỉ phân rã thành hai đồng vị Pb-206 và Pb-207. Số lượng nguyên tử Pb-204 là cố định vì không có nguyên tố nào phân rã thành nó. Mấu chốt là tỷ lệ Pb-206 và Pb-207 so với số lượng cố định của Pb-204 đã tăng với một tốc độ có thể dự đoán được, bởi urani vẫn tiếp tục

tạo ra hai loại chì này. Nếu biết tỷ lệ đó hiện nay cao hơn thời điểm Trái Đất hình thành bao nhiêu lần thì Patterson có thể dùng tốc độ phân rã urani để ngoại suy ngược về mốc thời gian ban đầu.

Vấn đề là không có ai có mặt lúc Trái Đất hình thành để ghi lại tỷ lệ chì ban đầu, nên Patterson không biết khi nào nên dừng ngoại suy. Nhưng ông đã tìm ra một cách. Tất nhiên không phải tất cả bụi vũ trụ xung quanh Trái Đất đều bị các hành tinh hút vào mà chúng còn tạo thành các thiên thạch, tiểu hành tinh và sao chổi. Vì hình thành từ cùng một loại bụi và trôi nổi trong không gian suốt từ đó tới nay, nên chúng chính là những khối đất được bảo tồn theo thời gian của Trái Đất nguyên thủy. Hơn nữa, vì sắt nằm trên đỉnh của "kim tự tháp" hợp hạch trong lõi sao, nên lượng sắt trong vũ trụ sẽ nhiều hơn các nguyên tố khác. Thành phần của thiên thạch chủ yếu là sắt rắn. Urani và sắt không pha trộn với nhau về mặt hóa học, nhưng sắt và chì thì có. Đây là một tin tốt vì mật độ Pb-204 trong thiên thạch sẽ giống như Trái Đất thuở sơ khai (do trong thiên thạch không có urani để phân rã thành nguyên tử chì mới). Patterson hào hứng lấy về các mảnh thiên thạch từ Canyon Diablo ở Arizona để tiến hành nghiên cứu.

Nhưng nghiên cứu của ông gặp khó khăn bởi một vấn đề lớn hơn, phổ biến hơn: công nghiệp hóa. Từ xa xưa, con người đã sử dụng chì cho các dự án như ống nước đô thị vì tính mềm dẻo của vật liệu này. (Pb – ký hiệu của chì trên bảng tuần hoàn và "plumber" – thợ sửa ống nước đều xuất phát từ "plumbum" trong tiếng Latin.) Và từ khi sơn pha chì và xăng pha chì chống kích nổ sớm ra đời cuối thế kỷ 19 và đầu thế kỷ 20, lượng phát thải chì đã tăng giống hệt như lượng phát thải cacbon dioxit ngày nay. Điều này hủy hoại những nỗ lực phân tích thiên thạch của Patterson, khiến ông phải dùng những biện pháp quyết liệt hơn bao giờ hết như đun sôi thiết bị thí nghiệm trong axit sunfuric đặc để ngăn hơi chì do con người tạo ra bám vào các khối đá vũ trụ nguyên sơ của mình. Ông từng trả lời phỏng vấn: "Khi bước vào phòng thí nghiệm siêu sạch như của tôi, chì từ tóc bạn sẽ làm ô nhiễm hết cả".

Sự cẩn trọng này sớm biến thành nỗi ám ảnh. Khi đọc bộ truyện tranh *Peanuts*, Patterson thấy nhân vật Pig-Pen lôi thôi chính là hình ảnh ví von về loài người (và đám bụi luôn bao quanh Pig-Pen chính là chì trong không

khí). Nhưng việc cố định chì của Patterson đã dẫn đến hai hệ quả quan trọng. Đầu tiên, khi phòng thí nghiệm đủ sạch, ông đã đưa ra ước tính chính xác nhất (hiện vẫn đang được sử dụng) về tuổi Trái Đất: 4,55 tỷ năm. Thứ hai, nỗi kinh hoàng về ô nhiễm chì đã biến ông trở thành một nhà hoạt động xã hội. Chính nhờ ông mà trẻ em trong tương lai sẽ không bao giờ phải ăn khoai tây chiên nhiễm chì và các trạm xăng không cần quảng cáo về xăng "không chì" nữa. Nhờ cuộc vận động của Patterson, ngày nay mọi người đều đồng ý rằng sơn pha chì phải bị cấm còn xe cộ không nên phun hơi chì vào đầu tóc, mặt mũi chúng ta.

Patterson đã tìm ra thời khắc Trái Đất chào đời nhưng đó không phải là tất cả. Sao Kim, Sao Thủy và Sao Hỏa được hình thành đồng thời nhưng chúng hầu như không giống Trái Đất (ngoại trừ vài chi tiết vặt vãnh). Để tìm hiểu tỉ mỉ về lịch sử loài người, các nhà khoa học đã phải khám phá một số khu vực hoang vắng của bảng tuần hoàn.

Năm 1977, nhà vật lý Luis Walter Alvarez cùng con trai là nhà địa chất Walter Alvarez đang nghiên cứu các mỏ đá vôi ở Ý xuất hiện từ thời khủng long tuyệt chủng (khoảng 65 triệu năm trước). Giữa các lớp đá vôi đồng đều này là một lớp đất sét đỏ mịn khác biệt. Kỳ lạ thay, lớp đất sét này giàu iridi gấp 600 lần bình thường. Iridi là một nguyên tố ưa sắt*, nên phần lớn iridi đều nằm trong lõi sắt nóng chảy của Trái Đất. Nguồn iridi phổ biến duy nhất là các thiên thạch, tiểu hành tinh và sao chổi giàu sắt. Điều này khiến cha con Alvarez phải đắn đo suy nghĩ.

Những miệng hố khổng lồ trên bề mặt các thiên thể như Mặt Trăng là do bị oanh tạc từ xa xưa mà thành, và không lý gì Trái Đất lại trở thành ngoại lệ. Nếu một thiên thể to cỡ thành phố va vào Trái Đất 65 triệu năm trước, nó sẽ tạo ra một lớp bụi giàu iridi phủ khắp thế giới (giống như đám bụi quanh Pig-Pen vậy). Đám mây này sẽ che khuất Mặt Trời và khiến thực vật chết đi. Đây dường như là lời giải thích ngắn gọn về nguyên nhân giết chết tới 75% số loài và 99% số sinh vật (chứ không chỉ là khủng long) đang tồn tại lúc bấy giờ. Một số nhà khoa học chỉ bị thuyết phục khi có số lượng nghiên cứu đồ sộ, nhưng cha con nhà Alvarez đã sớm xác định rằng lớp iridi đó xuất hiện trên khắp thế giới, và loại trừ khả năng chúng bắt nguồn từ bụi vũ trụ do một vụ nổ siêu tân tinh gần Trái Đất thổi tới. Khi các nhà

địa chất khác (làm việc cho một công ty dầu mỏ) phát hiện ra một miệng hố rộng hơn 150 km, sâu 19 km (hình thành từ 65 triệu năm trước) trên bán đảo Yucatán ở Mexico, lý thuyết về vụ tuyệt chủng do tiểu hành tinh chứa iridi gây ra dường như đã được chứng minh.

Nhưng lương tri khoa học của con người vẫn đôi chút hoài nghi. Tiểu hành tinh có thể đã tạo ra đám mây bụi che phủ bầu trời, mưa axit và sóng thần cao hàng kilomet nhưng Trái Đất rồi cũng sẽ ổn định lại, nhiều nhất là sau vài thập kỷ. Tuy nhiên, theo hồ sơ hóa thạch, sự tuyệt chủng của khủng long đã kéo dài suốt hàng trăm ngàn năm. Nhiều nhà địa chất ngày nay cho rằng những núi lửa khổng lồ ở Ấn Độ đã tình cờ phun trào ngay trước và sau vụ va chạm ở Yucatán, góp phần giết chết khủng long. Năm 1984, một số nhà cổ sinh vật học bắt đầu lập luận rằng khủng long tuyệt chủng nằm trong một quy luật lớn hơn: Trái Đất dường như sẽ trải qua một đợt tuyệt chủng hàng loạt sau mỗi 26 triệu năm. Có phải tiểu hành tinh kia chỉ tình cờ rơi xuống đúng vào lúc khủng long tuyệt chủng?

Các nhà địa chất bắt đầu khai quật các lớp đất sét mỏng giàu iridi khác. Chúng dường như có đặc điểm địa chất trùng khớp với các địa điểm xảy ra tuyệt chủng khác. Theo sau nghiên cứu của cha con nhà Alvarez, vài người đã kết luận rằng các tiểu hành tinh hoặc sao chổi đã gây ra mọi vụ đại tuyệt chủng trong lịch sử Trái Đất. Luis Alvarez thấy ý tưởng này rất mơ hồ, đặc biệt là khi không ai giải thích được phần quan trọng nhất và khó tin nhất của thuyết này: nguyên nhân của sự trùng hợp. Thật trùng hợp, điều đảo ngược hoàn toàn quan niệm của Alvarez chính là một nguyên tố hóa học khó nhận biết khác: reni.

Theo Richard Muller (đồng nghiệp của Luis Alvarez) thuật lại trong cuốn sách *Nemesis* thì vào thập niên 1980, Alvarez từng xông vào văn phòng ông, trên tay cầm một bài báo "lố bịch" và suy đoán về sự tuyệt chủng định kỳ mà mình phải bình duyệt. Alvarez lúc ấy đang giận tím mặt nhưng Muller lại quyết định đổ thêm dầu vào lửa. Họ tranh luận kịch liệt, không ai chịu nhường ai. Muller đã tóm tắt mấu chốt quan điểm của Alvarez trong cuộc cãi vã như sau: "Trái Đất chỉ là một hạt cát nhỏ bé trong vũ trụ bao la. Xác suất một tiểu hành tinh sượt qua Mặt Trời đâm vào Trái Đất chỉ lớn hơn một phần tỷ có chút xíu mà thôi. Vị trí các va chạm trong không gian

là ngẫu nhiên, khoảng thời gian cũng không đều. Sao chúng có thể diễn ra theo chu kỳ chứ?”.

Mặc dù không có manh mối, Muller vẫn bảo vệ *khả năng* tồn tại một thứ gây ra các vụ oanh tạc định kỳ. Alvarez rốt cuộc đã chán ngấy những phỏng đoán và muốn biết đó là gì. Muller mô tả rằng trong một khoảnh khắc xuất thần, ông đã thốt lên: có thể Mặt Trời có một ngôi sao đồng hành lang thang mà Trái Đất quay quá chậm quanh nó nên con người không nhận ra được; và... và... và khi tới gần chúng ta, lực hấp dẫn của ngôi sao đó hút các tiểu hành tinh về phía Trái Đất. *Thế đó*!

Muller có thể không thực sự nghiêm túc khi nói đến ngôi sao đồng hành mà sau này được đặt tên là Nemesis* (theo tên nữ thần báo thù trong thần thoại Hy Lạp). Tuy nhiên, ý tưởng này đã làm Alvarez khựng lại, bởi nó giải thích một chi tiết trêu ngươi về reni. Hãy nhớ rằng mỗi hệ mặt trời đều có tỷ lệ đồng vị riêng và duy nhất. Dấu vết của reni đã được tìm thấy trong các lớp đất sét iridi. Và dựa trên tỷ lệ của hai loại reni (một loại có khả năng phóng xạ còn loại kia thì không), Alvarez biết rằng bất kỳ tiểu hành tinh nào có thể gây ra sự diệt vong trên Trái Đất đều phải xuất phát từ chính Hệ Mặt Trời vì tỷ lệ reni của nó giống như trên Trái Đất. Nếu Nemesis thực sự xuất hiện sau mỗi 26 triệu năm và ném vẫn thạch vào chúng ta thì các vẫn thạch ấy cũng sẽ có cùng tỷ lệ reni. Hơn hết, Nemesis có thể giải thích tại sao sự tuyệt chủng của khủng long lại kéo dài như vậy. Miệng hố ở Mexico có thể chỉ là vụ nổ lớn nhất trong cuộc oanh tạc dồn dập dài hàng ngàn năm khi Nemesis ở gần Trái Đất. Thứ đã chấm dứt thời đại nổi tiếng của loài thằn lằn khổng lồ hẳn không phải là một vết thương lớn mà là hàng ngàn hoặc hàng triệu vết đốt nhỏ.

Ngày đó, trong văn phòng của Muller, cơn giận của Alvarez đã tan biến ngay khi nhận ra rằng các tiểu hành tinh định kỳ va vào Trái Đất thực sự là khả dĩ. Ông ra về sau khi có đáp án vừa ý. Nhưng Muller không từ bỏ ý tưởng tình cờ ấy; và càng suy ngẫm, ông càng bị thuyết phục. Tại sao Nemesis không thể tồn tại? Ông bắt đầu nói chuyện với các nhà thiên văn học khác và xuất bản các bài báo về Nemesis. Muller thu thập bằng chứng và động lực để viết sách về nó. Trong vài năm huy hoàng giữa thập niên

1980, dường như Mặt Trời cuối cùng cũng có một bạn đồng hành, dù Sao Mộc chưa có đủ khối lượng để trở thành sao.

Thật không may, bằng chứng trực tiếp cho sự tồn tại của Nemesis không chỉ không đủ mạnh mà còn quá ít. Nếu thuyết về một vụ va chạm duy nhất ban đầu chỉ khiến các nhà phê bình nổ phát súng cảnh cáo, thì giả thuyết Nemesis lại khiến họ phản đối kịch liệt như lính áo đỏ xếp hàng khai hỏa trong cuộc Cách mạng Mỹ. Khó có chuyện giới thiên văn học bỏ lỡ một thiên thể trong suốt hàng ngàn năm quan sát bầu trời, ngay cả khi Nemesis ở điểm xa nhất đi nữa. Alpha Centauri (ngôi sao gần nhất đã biết) cách ta bốn năm ánh sáng, và nếu Nemesis muốn oanh tạc Trái Đất để “báo thù” thì sẽ phải nhích vào gần thêm nửa năm ánh sáng so với con số trên. Những kẻ bảo thủ và lãng mạn vẫn miệt mài lùng sục Nemesis trong vũ trụ, nhưng thời gian cứ trôi còn Nemesis vẫn bặt vô âm tín.

Tuy nhiên, đừng bao giờ đánh giá thấp khát khao tri thức của con người. Với ba sự thật: sự tuyệt chủng dường như theo chu kỳ; iridi ngụ ý về các vụ va chạm; và reni liên quan đến các vẫn thạch từ Hệ Mặt Trời, giới khoa học đang tiến đến gần thứ gì đó, ngay cả khi đó không phải là Nemesis. Họ săn lùng các chu kỳ gây tàn phá, và sớm thấy một ứng cử viên trong chuyển động của Mặt Trời.

Nhiều người cho rằng cuộc cách mạng thiên văn khởi nguồn từ Copernicus đã đặt Mặt Trời ở một vị trí cố định trong không-thời gian. Tuy nhiên, Hệ Mặt Trời lại bị kéo theo chuyển động của Dải Ngân Hà và nhấp nhô như đu quay ngựa trong công viên.* Một số nhà khoa học cho rằng sự nhấp nhô này đưa Hệ Mặt Trời lại đủ gần một đám mây sao chổi khổng lồ và các mảnh vụn không gian xung quanh: đám mây Oort. Toàn bộ thiên thể trong đám mây này đều bắt nguồn từ vụ nổ siêu tân tinh đã sinh ra chúng ta, và bất cứ khi nào Mặt Trời lên đỉnh hoặc xuống đáy (sau mỗi hai mươi mấy triệu năm), Mặt Trời có thể kéo những thiên thể nhỏ kém thân thiện lao ào ào xuống Trái Đất. Hầu hết chúng sẽ bị chệch hướng bởi lực hấp dẫn của Mặt Trời (hoặc của Sao Mộc như cách hành tinh này đã chịu cú đâm của sao chổi Shoemaker- Levy 9 thay cho chúng ta), nhưng vẫn đủ thiên thể vượt qua để oanh tạc liên hồi lên Trái Đất. Tuy chưa được chứng minh, nhưng nếu giả thuyết này đúng thì ta đang ở trong một trò đu quay chết

chóc xuyên vũ trụ. Ít nhất nhân loại hãy hàm ơn iridi và reni vì đã cảnh báo rằng chúng ta tốt nhất là nên đi trốn (có lẽ sớm thôi).

Theo một nghĩa nào đó, bảng tuần hoàn không liên quan đến việc nghiên cứu lịch sử thiên văn của các nguyên tố. Mỗi ngôi sao hầu như không có gì ngoài hydro và heli, các hành tinh khí khổng lồ cũng vậy. Dù quan trọng với vũ trụ nhưng thực ra chu trình hydro- heli không khơi gợi trí tưởng tượng cho lắm. Chúng ta cần bảng tuần hoàn để đào sâu nghiên cứu những điều thú vị của tạo hóa, như vụ nổ siêu tân tinh và sự sống từ cacbon. Như triết gia-sử gia Eric Scerri viết: "Ngoài hydro và heli, mọi nguyên tố khác chỉ chiếm 0,04% vũ trụ. Chiếu theo quan điểm này thì bảng tuần hoàn dường như chẳng có ý nghĩa gì đáng kể. Nhưng sự thật là chúng ta vẫn sống trên Trái Đất… nơi mà trữ lượng tương đối của các nguyên tố khá khác nhau."

Qủa đúng là vậy, dù nó không thi vị bằng cách nói của nhà vật lý thiên văn quá cố Carl Sagan. Nếu không có "lò hợp hạch" mà B^{2}FH mô tả để "rèn" nên các nguyên tố như cacbon, oxy, nitơ và không có vụ nổ siêu tân tinh để gieo mầm những nơi hiếu khách như Trái Đất thì sự sống sẽ không bao giờ hình thành. Như Sagan đã nói một cách đầy trìu mến: "Chúng ta đều sinh ra từ bụi sao."

Thật không may, "bụi sao" của Sagan đã không phân bố đồng đều trên hành tinh chúng ta. Bất chấp rằng vật chất từ siêu tân tinh bắn ra theo mọi hướng và Trái Đất thời tiền sinh nỗ lực khuấy đều chúng, một số vùng vẫn có trữ lượng khoáng chất hiếm cao hơn. Cũng có lúc điều này truyền cảm hứng cho các thiên tài khoa học (như ở Ytterby, Thụy Điển). Nhưng thường thì chúng lại khơi dậy lòng tham – nhất là những nguyên tố quý hiếm đem lại lợi ích về mặt thương mại hay chiến tranh, hoặc tệ hơn là cả hai cùng lúc.

Chương 5
Các nguyên tố trong chiến loạn

35	76	17	42	74	21	73	41
Br	Os	Cl	Mo	W	Sc	Ta	Nb
79,904	190,233	35,453	95,942	183,841	44,956	180,948	92,906

Như các điều thiết yếu khác của xã hội hiện đại – nền dân chủ, triết học, kịch nghệ – chúng ta có thể theo dấu các nguyên tố hóa học để trở về thời Hy Lạp cổ đại. Trong cuộc vây hãm Athens vào những năm 400 TCN, thành bang Sparta quyết buộc đối thủ cứng đầu cứng cổ phải khuất phục bằng vũ khí hóa học tiên tiến nhất thời đó: khói độc. Quân lính Sparta mím chặt môi, rón rén tiến đến Athens với những bó gỗ độc, hắc ín và lưu huỳnh nồng nặc. Họ đốt chúng và mai phục sẵn bên ngoài tường thành, đợi những người Athens ho sặc sụa lao ra, để lại thành không nhà trống. Tuy sáng tạo không kém gì con ngựa thành Troy nhưng chiến thuật này đã thất bại. Khói bốc lên khắp Athens nhưng thành bang này vẫn trụ vững và giành chiến thắng.*

Thất bại này minh chứng một điều. Chiến tranh hóa học cho dù có tiến triển trong suốt 2.400 năm sau đó thì cũng rất nhạt nhòa khi so với cách đổ dầu sôi vào kẻ địch. Cho đến Thế Chiến I, giá trị chiến lược của các chất khí là rất ít. Không phải các nước không nhận ra mối đe dọa này. Tất cả các quốc gia có nền khoa học tiên tiến đều đã ký vào Công ước Hague 1899 cấm sử dụng vũ khí hóa học trong chiến tranh, trừ một nước. Mỹ từ chối tham gia vì cho rằng: cấm các loại khí (mà tác dụng lúc đó chỉ mạnh cỡ bình xịt hơi cay) nhưng vẫn vui mừng khi hạ gục lính địch trẻ tuổi bằng súng máy, đánh chìm tàu chiến bằng ngư lôi và bỏ mặc thủy thủ chết đuối trong biển đêm là đạo đức giả. Các quốc gia khác chế giễu sự hoài nghi của Mỹ, công khai ký Công ước Hague và đã lập tức nuốt lời.

Trước đó, nghiên cứu bí mật về các tác nhân hóa học chủ yếu tập trung vào brom nhằm tạo ra một loại lựu đạn mạnh. Giống các halogen khác, brom có bảy electron ở mức năng lượng ngoài cùng và rất muốn có đủ tám. Nguyên tử brom bất chấp thủ đoạn và sẵn sàng cướp electron của nguyên tố yếu

hơn trong tế bào (như cacbon) để thỏa mãn mục đích của mình. Brom đặc biệt gây khó chịu cho mắt và mũi; và vào năm 1910, các nhà hóa học quân sự đã phát triển hơi cay từ brom mạnh đến mức ngay cả một người trưởng thành cũng phải "rơi lệ".

Chẳng có lý do gì để không sử dụng hơi cay trên chính người dân của mình (Công ước Hague chỉ áp dụng cho điều kiện chiến tranh), chính phủ Pháp đã dùng etyl bromaxetat để tóm một nhóm cướp ngân hàng ở Paris năm 1912. Tin tức về sự kiện trên nhanh chóng lan sang các nước láng giềng và khiến các quốc gia này lo ngại. Khi Thế Chiến I nổ ra vào tháng 8 năm 1914, người Pháp đã lập tức ném lựu đạn brom vào quân Đức đang lao tới. Nhưng ngay cả những người Sparta hai thiên niên kỷ trước đó cũng còn làm tốt hơn. Lựu đạn rơi xuống một đồng bằng lộng gió, nên hơi cay không mấy hiệu quả và bị thổi bay trước khi người Đức kịp nhận ra họ vừa bị "tấn công". Nói chính xác hơn, chúng ít có tác dụng *tức thì* vì những tin đồn giật gân về hơi cay tràn ngập mặt báo của cả hai phe. Người Đức châm ngòi khi cáo buộc hơi ngạt bí mật của Pháp khiến một người lính trong doanh trại của họ ngộ độc (mà thực ra là do không may ngộ độc cacbon monoxit). Đây là cái cớ của Đức nhằm biện minh cho chương trình chiến tranh hóa học của chính họ.

Nhờ một người đàn ông – một nhà hóa học hói đầu đeo kính không gọng – các đơn vị nghiên cứu khí độc của Đức đã sớm vượt xa các nước khác trên toàn cầu. Fritz Haber là một trong những bộ óc vĩ đại trong lịch sử hóa học. Ông trở thành một trong những nhà khoa học nổi tiếng nhất thế giới vào khoảng năm 1900 khi tìm ra cách chuyển chất khí dồi dào nhất (nitơ) thành một sản phẩm công nghiệp. Dù có thể gây ngạt cho những người bất cẩn nhưng khí nitơ thường vô hại. Trong thực tế, nó vô hại đến mức gần như vô dụng. Một tác dụng quan trọng của nitơ là bổ sung cho đất. Tầm quan trọng của nó với thực vật cũng giống vitamin C với con người vậy. (Cây nắp ấm và cây bắt ruồi Venus bẫy côn trùng vì muốn có nitơ của chúng.) Nhưng dù chiếm tới 80% không khí mà chúng ta thường hít thở, nitơ lại rất tệ trong việc bổ sung dưỡng chất cho đất do nó hiếm khi phản ứng với bất cứ thứ gì và không bao giờ "cố định" trong đất. Dồi dào, quan trọng nhưng lại khó sử dụng, nitơ đã vô hình trung trở thành mục tiêu nghiên cứu của các nhà hóa học nhiều tham vọng.

Quy trình “bắt” nitơ do Haber phát minh gồm nhiều bước với nhiều chất trung gian thoắt ẩn thoắt hiện. Về cơ bản, Haber đốt nóng nitơ đến hàng trăm độ, bơm thêm khí hydro, tăng áp suất lên hàng trăm lần so với áp suất không khí thông thường, dùng osimi làm chất xúc tác quan trọng. Và “bùm”, nitơ được chuyển hóa thành amoniac (NH_3) – tiền thân của mọi loại phân bón. Nhờ phân bón công nghiệp giá rẻ ngày nay mà nông dân không còn phải dựa vào phân ủ để làm màu cho đất nữa. Ngay cả khi Thế Chiến I nổ ra, Haber vẫn cứu hàng triệu người khỏi chết đói theo dự đoán Malthus[1]. Và ta vẫn cần cảm ơn ông vì đã nuôi sống hầu hết 6,7 tỷ người trên thế giới ngày nay.*

[1]. Thomas Robert Malthus (1766-1834) dự đoán rằng toàn bộ loài người rồi sẽ chết đói, vì dân số tăng theo cấp số nhân còn sản lượng lương thực chỉ tăng theo hàm tuyến tính. (BTV)

Điều mà chúng ta chưa nhắc tới là Haber thực ra lại ít quan tâm đến phân bón, dù đôi khi ông nói ngược lại. Ông theo đuổi amoniac giá rẻ để giúp Đức chế tạo chất nổ gốc nitơ – loại bom được chế tạo nhờ chưng cất phân bón mà Timothy McVeigh dùng để đục một lỗ lớn trong tòa án thành phố Oklahoma năm 1995. Đáng buồn là những người như Haber lại xuất hiện nhan nhản trong lịch sử: những kẻ ti tiện bán linh hồn cho quỷ, biến những sáng tạo khoa học thành vũ khí giết người hiệu quả. Trường hợp của Haber càng tệ hơn nữa vì đây là điều mà ông rất giỏi. Sau khi Thế Chiến I bùng nổ, với hy vọng khai thông bế tắc trong nền kinh tế đất nước, giới lãnh đạo quân sự Đức đã tuyển dụng Haber cho bộ phận chiến tranh bằng khí độc. Dù mục đích là kiếm tiền từ các hợp đồng của chính phủ nhờ bằng sáng chế về amoniac, Haber không thể nhanh chóng vứt bỏ các dự án khác của mình. Bộ phận này sớm được gọi là “văn phòng của Haber”, và quân đội còn thăng hàm cho Haber – một người Do Thái 46 tuổi cải đạo sang Công giáo Kháng cách Luther (để thuận đường làm quan) – làm đại tá, khiến ông ta tự hào như một đứa trẻ.

Gia đình ông thì không mấy hài lòng. Quan điểm “thượng đẳng” của Haber khiến các mối quan hệ cá nhân của ông trở nên lạnh nhạt, đặc biệt là với người vợ đã cứu rỗi linh hồn ông: bà Clara Immerwahr. Bà cũng là một thiên tài, người phụ nữ đầu tiên lấy được bằng tiến sĩ từ trường đại học

danh tiếng Breslau (nay là Wrocław) ở quê hương Haber. Nhưng không như đồng nghiệp cùng thời là Marie Curie, Clara chưa từng thành công trong sự nghiệp, bởi bà đã kết hôn với Haber chứ không phải một người rộng lượng như Pierre Curie. Thoạt nhìn, cuộc hôn nhân này không phải là lựa chọn tồi cho một người đam mê khoa học, nhưng Haber – dù có tài năng hóa học sáng chói – lại chẳng phải là một người tốt. Như một nhà sử học ghi lại, Clara "không bao giờ thoát khỏi tạp dề", và bà từng tâm sự với một người bạn về chuyện "Fritz luôn coi mình là nhất, chà đạp những người hiền lành hơn trong nhà". Bà hỗ trợ Haber bằng cách dịch các bản thảo sang tiếng Anh và hỗ trợ về kỹ thuật cho các dự án nitơ, nhưng từ chối giúp đỡ trong nghiên cứu dùng brom làm hơi cay.

Haber chẳng mấy bận tâm. Hàng chục nhà hóa học trẻ khác luôn tình nguyện giúp ông, vì lúc đó người Đức đang tụt lại sau người Pháp mà họ căm ghét trong chiến tranh hóa học. Và đến đầu năm 1915, người Đức đã có câu trả lời cho các loại hơi cay của Pháp. Tuy nhiên, Đức lại thử nghiệm lựu đạn mới của họ với quân đội Anh (vốn không có hơi cay). May mắn thay, cũng như cuộc tấn công bằng hơi cay đầu tiên của Pháp, gió đã phân tán khí và những người lính Anh đang chán nản trong con hào gần đó không hề biết mình đã bị tấn công.

Không nản lòng, quân đội Đức đầu tư nhiều nguồn lực hơn nữa cho chiến tranh hóa học, nhưng vấn đề là giới chức chính trị không muốn công khai phá vỡ (một lần nữa) Công ước Hague phiền phức. Giải pháp là diễn giải công ước theo cách "cực kỳ hợp lý" nhưng rốt cuộc chỉ nhằm mục đích lươn lẹo. Khi ký, Đức cam kết "không dùng các vật phóng chỉ để phát tán khí gây ngạt hoặc gây hại". Vì vậy, theo cách diễn giải câu chữ đầy tính ngụy biện của người Đức, công ước này không áp dụng với các loại lựu đạn tạo ra mảnh văng và hơi ngạt. Cần đến một số kỹ thuật xảo quyệt (brom lỏng bốc hơi khi va chạm, làm chệch quỹ đạo của lựu đạn) nhưng tổ hợp khoa học-công nghiệp- quân sự của Đức đã làm được. Tới cuối năm 1915, loại lựu đạn đường kính 15 cm chứa đầy xylyl bromua[1] đã sẵn sàng. Người Đức gọi nó là *weisskreuz* (chữ thập trắng). Lần nữa bỏ qua người Pháp, Đức ném 18.000 lựu đạn *weisskreuz* vào quân đội Nga ở phía đông. Nhưng đây là một thất bại toàn diện, thê thảm hơn lần đầu tiên rất nhiều. Nhiệt độ ở Nga lạnh đến mức khiến xylyl bromua đóng băng.

[1]. *Metylbenzyl bromua, công thức hóa học là $C_6H_4(CH_3)(CH_2Br)$. (BTV)*

Nghiên cứu những kết quả thử nghiệm thảm hại trên chiến trường, Haber đã bỏ brom và chuyển hướng sang họ hàng của nó là clo. Clo nằm ngay trên brom trong bảng tuần hoàn và còn độc hại hơn nếu hít phải. Nó tấn công các nguyên tử nguyên tố khác kịch liệt hơn để có thêm một electron, và vì nhỏ hơn brom (nguyên tử khối của clo chưa bằng một nửa brom) nên clo tấn công tế bào nhanh hơn nhiều. Clo khiến da nạn nhân chuyển thành vàng, xanh lục và đen, làm đục thủy tinh thể. Nạn nhân sẽ chết vì ngạt nước do chất lỏng tích tụ trong phổi. Nếu hơi brom là đội hình phalanx[2] đụng độ với màng nhầy thì clo là cuộc tấn công chớp nhoáng bằng xe tăng với lực lượng áp đảo kiểu blitzkrieg để xé nát xoang và phổi của cơ thể.

[2]. *Đội hình quân sự hình chữ nhật, thường được tập hợp hoàn toàn từ bộ binh nặng được vũ trang giáo, kích, hoặc vũ khí tương tự. (BTV)*

Vì Haber mà brom đã hài hước nhường chỗ cho clo tàn nhẫn trong các cuộc chiến bằng vũ khí hóa học như sách lịch sử ngày nay ghi lại. Đối thủ của Đức sớm phải run sợ trước*grunkreuz* (chữ thập lục) chứa clo; *blaukreuz* (chữ thập lam) và chất gây phồng rộp ác mộng *gelbkreuz* (chữ thập vàng) hay còn được biết với cái tên là "khí mù tạt". Không thỏa mãn với việc chỉ đóng góp về khoa học, Haber còn nhiệt tình chỉ huy cuộc tấn công khí độc đầu tiên thành công trong lịch sử, khiến 5.000 lính Pháp đang bối rối bị bỏng trong một con hào đầy bùn gần Ypres. Lúc rảnh rỗi, Haber cũng đã đưa ra một định luật sinh học kỳ quặc để định lượng mối quan hệ giữa nồng độ khí, thời gian tiếp xúc và tỷ lệ tử vong: quy tắc Haber (vốn cần đến một lượng lớn dữ liệu chết chóc).

Kinh hoàng trước các dự án khí độc, Clara đối đầu với Fritz và yêu cầu ông chấm dứt chúng. Như thường lệ, Fritz hoàn toàn bỏ ngoài tai. Dù đã bật khóc khi các đồng nghiệp bỏ mạng trong một tai nạn tại bộ phận nghiên cứu thuộc văn phòng Haber, ông ta vẫn mở tiệc ăn mừng vũ khí mới của mình sau khi trở về từ Ypres. Tồi tệ hơn, Clara phát hiện ra chồng mình chỉ về nhà trong đêm vì muốn nghỉ chân, rồi sẽ lên đường ngay để chỉ đạo những cuộc tấn công vào mặt trận phía đông. Họ cãi nhau dữ dội. Tối đó, Clara bước ra vườn với khẩu súng lục của Fritz và tự bắn vào ngực. Dù

buồn bã nhưng Fritz vẫn không để điều này ảnh hưởng đến lịch trình của mình. Sáng hôm sau, ông ta vẫn rời đi như dự định mà không buồn ở lại để lo liệu tang lễ cho vợ.

Tuy có lợi thế không gì sánh được là Haber nhưng rốt cuộc Đức vẫn thất bại trong Thế Chiến I và bị toàn cầu lên án là một quốc gia vô lại. Phản ứng của quốc tế với chính Haber còn phức tạp hơn. Năm 1919, giải Nobel Hóa học 1918 (bị hoãn do chiến tranh) được trao cho Haber nhờ quy trình sản xuất amoniac từ nitơ khi mà khói bụi chiến tranh vẫn còn vần vũ, mặc dù loại phân bón này không thể cứu hàng ngàn người Đức thoát khỏi chết đói trong chiến tranh. Năm 1920, ông bị kết án tội phạm chiến tranh quốc tế vì đã phát động chiến tranh hóa học gây thương tích cho hàng trăm ngàn người và gieo rắc kinh hoàng cho hàng triệu người khác. Những gì mà Haber đã để lại thực sự rất mâu thuẫn, công to mà tội cũng lớn.

Mọi thứ càng lúc càng tồi tệ. Cảm thấy bị sỉ nhục vì những khoản bồi thường khổng lồ mà Đức phải trả cho phe Hiệp ước, Haber đã mất sáu năm vô ích khi cố gắng tách vàng hòa tan từ đại dương để có thể tự trả phí bồi thường. Các dự án khác xuất hiện cùng lúc cũng vô dụng, và điều duy nhất mà Haber làm được trong suốt những năm đó (bên cạnh việc cố gắng bán mình làm chuyên gia cố vấn chiến tranh khí độc cho Liên Xô) là một loại thuốc trừ sâu. Haber phát minh ra Zyklon A từ trước Thế Chiến I, và sau chiến tranh, một công ty hóa chất của Đức đã nghiên cứu công thức ấy để tạo ra khí độc thế hệ thứ hai hiệu quả hơn. Cuối cùng, một chế độ mới bội bạc lên cầm quyền; Đức Quốc Xã nhanh chóng quên bẵng Haber và trục xuất ông vì nguồn gốc Do Thái. Ông qua đời năm 1934 khi đang trên đường sang Anh tị nạn. Trong khi đó, việc nghiên cứu thuốc "trừ sâu" vẫn tiếp tục và chỉ trong vài năm, Đức Quốc Xã đã giết chết hàng triệu người Do Thái (gồm cả họ hàng của Haber) bằng khí độc thế hệ thứ hai Zyklon B.

Đức trục xuất Haber không chỉ bởi nguồn gốc Do Thái, mà còn vì ông ta đã hết thời. Song song với đầu tư cho chiến tranh khí độc, quân đội Đức đã bắt đầu khai thác một góc khác của bảng tuần hoàn trong Thế Chiến I, và cuối cùng đã quyết định rằng dùng vonfram và molypden nã pháo vào quân địch hiệu quả hơn là gây bỏng bằng clo và brom. Từ đó, chiến tranh lần

nữa quay về với những nguyên tố hóa học cơ bản của bảng tuần hoàn. Vonfram vẫn tiếp tục tỏa sáng trong Thế Chiến II, nhưng ở một số trường hợp, câu chuyện về molypden lại hấp dẫn hơn nhiều. Tuy rất ít người biết tới, nhưng trận chiến xa xôi nhất trong Thế Chiến I không diễn ra ở Siberi hay chống lại Lawrence xứ Ả Rập trên sa mạc Sahara, mà tại một mỏ molypden ở dãy núi Rocky, Colorado.

Sau khí độc, vũ khí đáng sợ nhất của Đức trong chiến tranh là Big Bertha – pháo công thành siêu nặng đã hủy diệt tinh thần của binh sĩ đối thủ không thương tiếc như từng làm với các chiến hào của Pháp và Bỉ. Những khẩu Big Bertha đầu tiên nặng tới 40 tấn được vận chuyển từng phần bằng máy kéo đến bệ phóng và cần đến 200 người lắp ráp suốt sáu giờ, đổi lại là khả năng bắn đạn pháo đường kính gần 42 cm, nặng gần 1.000 kg đi xa 14,5 km chỉ trong vài giây. Tuy nhiên, một sai sót lớn đã làm hỏng Bertha. Bắn đạn pháo nặng cả tấn cần đến nhiều thùng thuốc súng, nhiệt lượng cực lớn sinh ra khiến các nòng pháo bằng thép dài 6 m bị uốn cong và thiêu rụi. Sau vài ngày bắn phá điên cuồng, ngay cả khi người Đức tự giới hạn là vài phát mỗi giờ, thì khẩu pháo vẫn tự hỏng vì không chịu nổi nhiệt lượng do chính nó tỏa ra.

Không bao giờ chịu thua lỗ khi cung cấp vũ khí cho Tổ quốc, công ty vũ khí Krupp nổi tiếng đã tìm ra một công thức để tăng độ bền của thép: pha thêm molypden vào. Molypden chịu được nhiệt độ rất cao vì nhiệt độ nóng chảy của nó là 2.621°C, cao hơn sắt (kim loại chính trong thép) cả ngàn độ. Nguyên tử molypden lớn hơn sắt nên khó bị kích thích hơn; số lượng electron của chúng nhiều hơn sắt 60% nên hấp thụ nhiệt nhiều hơn và liên kết chặt chẽ hơn. Thêm vào đó, các nguyên tử trong chất rắn thường tự tái cấu trúc (thường là một cách tệ hại) khi nhiệt độ thay đổi (ta sẽ thảo luận nhiều hơn trong chương 16), nên thường khiến kim loại giòn hơn, dễ bị nứt hỏng. Trộn thép với molypden giúp kết dính các nguyên tử sắt, ngăn chúng trượt khỏi vị trí vốn có của mình. (Đức không phải là nước đầu tiên phát hiện ra điều này. Một bậc thầy rèn kiếm ở Nhật Bản thế kỷ 14 đã rắc molypden vào thép và tạo ra những thanh kiếm được thèm muốn nhất ở đảo quốc này: lưỡi kiếm của ông không bao giờ bị cùn hay nứt vỡ.

Nhưng từ khi “vị thần rèn” Nhật Bản ấy qua đời, kỹ thuật này đã thất truyền suốt 500 năm – bằng chứng cho thấy kỹ thuật vượt trội không phải lúc nào cũng được truyền bá rộng rãi và thường bị thất truyền.)

Quay lại với những chiến hào đầy khói lửa của Thế Chiến I, người Đức đã sớm nã vào Pháp và Anh bằng pháo thế hệ thứ hai làm từ thép molypden. Nhưng Đức nhanh chóng phải đối mặt với một thất bại lớn khác: không có nguồn cung và đứng trước nguy cơ cạn kiệt molypden. Trên thực tế, nguồn cung duy nhất được biết đến là một khu mỏ đã phá sản và gần như bị bỏ hoang trên núi Bartlett ở Colorado.

Trước Thế Chiến I, một người dân địa phương giành quyền khai thác mỏ ở Barlett sau khi phát hiện ra những mạch quặng trông như chì hoặc thiếc. Chúng ít nhất cũng có giá vài xu một cân, nhưng thứ người đó tìm được thật ra lại là molybden – loại quặng vô dụng mà chi phí khai thác còn đắt hơn tiền bán. Anh chàng này bèn bán quyền khai thác khu mỏ cho Otis King, một chủ ngân hàng tầm thước và năng nổ ở Nebraska. Là người dám nghĩ dám làm, King áp dụng một kỹ thuật xử lý quặng mới mà chưa ai nghĩ ra và nhanh chóng tách được 2.630 kg molypden tinh khiết – nguồn cơn của những tai ương mà ông phải gánh sau này. Con số đó vượt quá nhu cầu molypden hằng năm của thế giới tới 50%, nghĩa là King không chỉ làm tràn ngập thị trường mà còn nhấn chìm nó. Ghi nhận sự đổi mới trong nỗ lực của King, chính phủ Mỹ đã đề cập điều này trong một bản tin về khoáng vật học vào năm 1915.

Chẳng mấy ai ngó ngàng đến bản tin ấy, trừ công ty khai thác mỏ quốc tế khổng lồ Metallgesellschaft đặt trụ sở tại Frankfurt (Đức) và có chi nhánh ở New York. Theo một báo cáo đương thời, Metallgesellschaft có các nhà máy luyện kim, hầm mỏ, lò nung và những “xúc tu” khác trên khắp thế giới. Ngay khi các giám đốc – vốn có quan hệ mật thiết với Fritz Haber – của công ty này đọc về molypden của King, họ đã điều động và lệnh cho người đứng đầu ở Colorado là Max Schott chiếm lấy núi Bartlett.

Schott – người được mô tả là có “đôi mắt xuyên thấu đến mê hoặc” – đã cho du côn đến chiếm đoạt khu mỏ và quấy rối King tại tòa án, khiến khó khăn của khu mỏ càng thêm chồng chất. Không chỉ có thế, những kẻ này

còn đe dọa vợ con của công nhân khai mỏ và phá hủy trại của họ trong một ngày đông -20^{o}C. King thuê một kẻ ngoài vòng pháp luật là Adams Hai-Súng làm vệ sĩ, nhưng rốt cuộc vẫn không tránh khỏi tay đám tay sai người Đức. Chúng tấn công ông bằng dao và cuốc chim trên một ngọn núi rồi quăng xuống một vách đá dựng đứng. Một đụn tuyết nằm đúng chỗ đã cứu King thoát chết. Như “nàng dâu mỏ Tomboy” (tự gọi) của một người khai mỏ kể lại trong hồi ký của mình: “người Đức thiếu điều đã giết người chỉ vì muốn cản trở công ty của chồng tôi”. Các công nhân gan góc của King đã gọi kim loại mà họ liều mạng để đào lên nhưng không thể phát âm nổi là “Molly be damned” (Molly đày đọa).

King lờ mờ hiểu về mục đích sử dụng molypden của Đức, và ông cũng là kẻ duy nhất không phải người Đức (ở châu Âu hay Bắc Mỹ) biết việc này. Mãi cho đến khi người Anh chiếm được vũ khí của Đức vào năm 1916 và nấu chảy chúng để nghiên cứu, phe Hiệp ước mới phát hiện ra *kim loại kỳ diệu (wundermetall)* này, nhưng các trò lừa bịp ở dãy Rocky vẫn tiếp diễn. Năm 1917, Mỹ mới tham chiến nên không có lý do để theo dõi công ty con của Metallgesellschaft ở New York, đặc biệt là khi nó có cái tên rất Mỹ: American Metal. Đây chính là công ty do Max Schott phụ trách; và khi chính phủ Mỹ bắt đầu nghi ngờ vào khoảng năm 1918, American Metal tuyên bố họ là chủ sở hữu hợp pháp của khu mỏ này vì Otis King đã bán nó cho Schott với giá bèo 40.000 đô la. Công ty này cũng thừa nhận rằng họ “chỉ vô tình” gửi tất cả molypden đến Đức. Giới chức Mỹ nhanh chóng đóng băng các giao dịch cổ phiếu của Metallgesellschaft ở Mỹ và kiểm soát núi Bartlett. Đáng buồn thay, những nỗ lực muộn màng này không thể vô hiệu hóa được nòng pháo Big Bertha. Cuối năm 1918, Đức đã dùng Big Bertha đúc bằng thép molypden để pháo kích Paris từ khoảng cách xa tới mức đáng kinh ngạc: 120 km.

Sau khi Thế Chiến I kết thúc, thứ công lý duy nhất có được chỉ là sự phá sản của công ty Schott vào tháng 3 năm 1919 vì giá molypden chạm đáy. King trở lại khai thác và trở thành triệu phú nhờ thuyết phục Henry Ford sử dụng thép molypden trong động cơ xe hơi. Nhưng việc dùng molypden trong chiến tranh đã kết thúc. Vào thời điểm Thế Chiến II nổ ra, vai trò của molypden trong việc sản xuất thép đã được thay thế bởi nguyên tố ngay bên nó dưới trên bảng tuần hoàn: vonfram.

Nếu molypden chỉ là một nguyên tố khó phát âm thì vonfram lại có một trong những ký hiệu hóa học khó hiểu nhất: một chữ W to tướng không biết từ đâu ra. Chữ này viết tắt cho wolfram (tên tiếng Đức của kim loại này), và phần "wolf" (sói) chính là điềm báo cho vai trò đen tối của nó trong chiến tranh. Đức Quốc Xã thèm muốn *vonfram* để chế tạo máy móc và tên lửa xuyên giáp còn hơn cả vàng cướp được, đến nỗi giới chức nước này sẵn lòng đổi vàng để lấy vonfram. Và ai là đối tác thương mại đã bán mặt hàng này cho Đức Quốc Xã? Không phải các cường quốc phe Trục khác như Ý và Nhật Bản, cũng không phải các nước mà Đức đã xâm chiếm (như Ba Lan hay Bỉ). Chính Bồ Đào Nha, quốc gia vốn được cho là trung lập, đã cung cấp vonfram để giải tỏa cơn khát cho *guồng máy chiến tranh (kriegwerks)* của Đức.

Bồ Đào Nha là một quốc gia hết sức khó lường vào thời điểm đó. Họ cho quân Đồng minh mượn một căn cứ không quân quan trọng ở Azores (một nhóm đảo ở Đại Tây Dương), và những ai từng xem phim *Casablanca* đều biết người tị nạn muốn đến Lisbon vì từ đây họ có thể an toàn bay tới Anh hoặc Mỹ. Tuy nhiên, nhà độc tài Bồ Đào Nha Antonio Salazar đã dung túng cho những kẻ thân Đức Quốc Xã trong chính phủ của mình và cung cấp nơi ẩn náu cho các điệp viên phe Trục. Ông ta cũng chơi trò hai mặt khi bán hàng ngàn tấn vonfram cho cả hai phe trong chiến tranh. Là một cựu giáo sư kinh tế, Salazar đã tận dụng lợi thế gần như độc quyền về vonfram của nước mình (90% nguồn cung của châu Âu xuất phát từ đây) để kiếm lời tới 1.000% so với thời bình. Điều này rất dễ hiểu: do Bồ Đào Nha có quan hệ thương mại lâu dài với Đức và cần tiền để tránh việc lâm vào nghèo đói trong thời chiến. Nhưng Salazar chỉ bắt đầu bán vonfram cho Đức với số lượng đáng kể từ năm 1941, hẳn do niềm tin rằng tình trạng trung lập của Bồ Đào Nha cho phép ông ta hưởng lợi như nhau từ cả hai phe.

Việc buôn bán vonfram diễn ra như sau: rút kinh nghiệm từ molypden và nhận ra tầm quan trọng chiến lược của vonfram, Đức đã ra sức dự trữ vonfram trước cả khi xâm lược Ba Lan và Pháp. Là một trong những kim loại cứng nhất được biết đến, vonfram pha vào thép sẽ tạo ra các mũi khoan và lưỡi cưa tuyệt vời. Tên lửa loại nhỏ mang đầu nhọn vonfram (đạn xuyên giáp động năng) có thể hạ gục cả xe tăng. Lý do vonfram vượt trội so

với các phụ gia khác của thép được thể hiện ngay trên bảng tuần hoàn. Vonfram nằm ngay dưới molypden nên có các đặc tính tương tự. Nó nhiều electron hơn nên nhiệt độ nóng chảy lên tới 3.427°C. Thêm vào đó, nguyên tử khối của vonfram lớn hơn molypden nên cũng neo giữ nguyên tử sắt tốt hơn. Hãy nhớ lại khả năng hoạt động hóa học mạnh của clo giúp nó hiệu quả ra sao trong các cuộc tấn công bằng khí độc. Ở đây, vonfram đã trở thành một kim loại rất hấp dẫn nhờ độ cứng và độ bền của nó.

Hấp dẫn đến mức Đức Quốc Xã đã dùng hết toàn bộ vonfram dự trữ vào năm 1941, khiến Quốc trưởng phải đích thân can thiệp. Hitler lệnh cho các bộ trưởng thu mua toàn bộ lượng vonfram mà những đoàn tàu xuyên nước Pháp (bấy giờ đã đầu hàng Đức) có khả năng chuyên chở. Nhưng thay vì trở thành một thị trường chợ đen, toàn bộ quá trình lại hoàn toàn minh bạch, như một sử gia ghi lại. Vonfram được chuyển từ Bồ Đào Nha qua Tây Ban Nha (một nước "trung lập" khác) phát xít, và rất nhiều vàng mà Đức Quốc Xã thu từ người Do Thái – thậm chí lấy từ răng người chết vì khí độc – đã được "rửa" tại các ngân hàng ở Lisbon và Thụy Sĩ (lại một nước trung lập). (50 năm sau, một ngân hàng lớn ở Lisbon vẫn khăng khăng rằng họ không hề biết 44 tấn vàng nhận được là "tiền bẩn", dù nhiều thỏi vàng vẫn còn dấu chữ thập ngoặc.)

Ngay cả người Anh bảo thủ cũng không thèm để tâm đến vonfram, cho dù kim loại này đang góp phần tàn sát lính Anh trên chiến trường. Thủ tướng Winston Churchill nói việc mua bán vonfram của Bồ Đào Nha là "tội nhẹ"; và để không bị hiểu sai, ông nói thêm rằng Salazar "chẳng sai" khi bán vonfram cho các kẻ thù không đội trời chung của Anh. Tuy nhiên, lần nữa lại có nước bất đồng. Thương vụ trần trụi mang lại lợi ích cho Đức Quốc Xã này khiến Mỹ phẫn nộ. Giới chức Mỹ không thể hiểu nổi tại sao Anh không ra lệnh hay công khai uy hiếp Bồ Đào Nha để nước này thôi trò trung lập hai mang kia. Dưới áp lực kéo dài của Mỹ, Churchill cuối cùng cũng đồng ý dùng vũ lực với Salazar quân phiệt.

Trong khi đó (nếu ta gạt vấn đề đạo đức sang một bên trong giây lát), Salazar đã có những chính sách rất thông minh với phe Trục và cả phe Đồng minh: những lời hứa hẹn mơ hồ, hiệp ước bí mật và chiến thuật trì hoãn khiến các đoàn tàu chở vonfram luôn khởi hành thuận lợi. Ông tăng

giá vonfram từ 1.100 đô la Mỹ/tấn (năm 1940) lên 20.000 đô la Mỹ/tấn (năm 1941) và mang về 170 triệu đô la Mỹ trong ba năm buôn bán điên cuồng. Chỉ khi không còn viện cớ được nữa, Salazar mới hạ lệnh cấm vận vonfram toàn diện với Đức Quốc Xã vào ngày 7/6/1944 (ngay sau D-Day[1]), khi các chỉ huy quân Đồng minh đã quá bận rộn (và chán ghét) để trừng phạt ông. Tôi nhớ rằng Rhett Butler trong tác phẩm *Cuốn theo chiều gió* đã nói rằng chỉ có thể thu được của cải khi xây dựng hoặc lật đổ một đế chế, và Salazar chắc chắn đã tin vào tôn chỉ đó. Trong "cuộc chiến vonfram" này, nhà độc tài người Bồ Đào Nha mới là kẻ ngạo nghễ cười cuối cùng.

[1]. D-Day diễn ra vào ngày 6/6/1944. Trong chiến dịch này, hơn 160.000 quân Đồng minh đã đổ bộ lên bờ biển Normandie của Pháp để tấn công phát xít Đức. (BTV)

Vonfram và molypden chỉ là những dấu hiệu đầu tiên về một cuộc cách mạng kim loại sẽ thực sự diễn ra trong nửa sau thế kỷ 20. Cứ bốn nguyên tố bất kỳ trong bảng tuần hoàn thì có tới ba nguyên tố là kim loại, nhưng trước Thế Chiến II thì hầu hết chúng chẳng có ích gì – trừ sắt, nhôm và một số khác – ngoài chiếm chỗ trên bảng tuần hoàn. (Tôi không thể viết cuốn sách này vào thời đó vì sẽ chẳng có gì mấy để viết). Nhưng kể từ thập niên 1950, mỗi kim loại đều tìm thấy một lối đi riêng. Gadolini hoàn hảo cho máy chụp cộng hưởng từ (MRI). Neodymi giúp laser mạnh chưa từng thấy. Scandi (hiện dùng làm phụ gia như vonfram trong gậy bóng chày và khung xe đạp nhôm) đã giúp Liên Xô chế tạo máy bay trực thăng nhẹ vào những năm 1980, và còn để bọc đầu tên lửa ICBM (tên lửa đạn đạo liên lục địa) ở Bắc Cực giúp đâm xuyên qua lớp băng che phủ.

Than ôi, dù có những tiến bộ công nghệ trong cách mạng kim loại, một số nguyên tố lại tiếp tục tiếp tay cho chiến tranh – ngay trong thập kỷ vừa qua chứ chẳng xa xôi gì. Thật trùng hợp, hai nguyên tố này lại được đặt theo tên của hai nhân vật đại diện cho sự đau khổ tột cùng trong thần thoại Hy Lạp. Niobe khoe khoang rằng vẻ đẹp 14 người con cả trai lẫn gái của mình có thể sánh với các vị thần Olympus, khiến họ bị những vị thần hẹp hòi này thảm sát. Cha Niobe là Tantalus đã "làm thịt" chính con trai mình để nấu tiệc mời các vị thần. Sự trừng phạt cho Tantalus là phải đứng vĩnh viễn

trong một dòng sông có nước dâng tới cổ và một cành táo trĩu quả treo lủng lẳng trên mũi. Nhưng bất cứ khi nào Tantalus muốn ăn uống, cành táo sẽ trôi khỏi tầm với của hắn và nước sẽ rút đi. Trong khi Tantalus và Niobe bị sự bất lực và mất mát hành hạ, những nguyên tố mang tên họ lại tàn phá miền trung châu Phi.

Bây giờ trong túi các bạn hẳn cũng có một chút tantan hoặc niobi. Giống như các láng giềng trong bảng tuần hoàn, cả hai đều là kim loại nặng, chịu nhiệt, không bị ăn mòn và có khả năng tích điện tốt, khiến chúng có vai trò thiết yếu với điện thoại di động. Vào giữa những năm 1990, các nhà thiết kế điện thoại di động bắt đầu đặt mua cả hai kim loại này – đặc biệt là tantan – từ nhà cung cấp lớn nhất thế giới: Cộng hòa Dân chủ Congo (bấy giờ có tên là Zaire). Congo nằm cạnh Rwanda ở miền trung châu Phi, và hầu hết chúng ta vẫn còn nhớ tới cuộc diệt chủng ở Rwanda những năm 1990. Nhưng không ai nhớ rõ được về cái ngày mà chính phủ Rwanda của những người Hutu bị lật đổ tràn vào Congo để tị nạn năm 1996. Lúc đó, việc này tưởng như chỉ khiến cuộc xung đột Rwanda lan rộng thêm vài cây số về phía tây, nhưng chính nó đã thổi bùng lên ngọn lửa xung đột sắc tộc âm ỉ suốt một thập kỷ. Cuối cùng, chiến tranh giữa chín quốc gia và 200 bộ tộc (mỗi bên có liên minh và kẻ thù riêng) đã nổ ra trong các khu rừng rậm rạp.

Tuy nhiên, nếu chỉ liên quan tới các lực lượng vũ trang lớn thì hẳn cuộc xung đột Congo đã chấm dứt từ lâu. Congo rộng hơn cả Alaska với rừng rậm như Brazil nên rất khó tiếp cận bằng đường bộ và không lý tưởng để tiến hành một cuộc chiến trường kỳ. Hơn nữa, những người dân nghèo khổ không đủ khả năng để ra ngoài chiến đấu nếu không có tiền. Rồi tantan, niobi và công nghệ điện thoại di động xuất hiện. Tôi không có ý định đổ lỗi. Rõ ràng điện thoại di động không gây ra chiến tranh, mà chính các mối thù hận truyền kiếp đã châm ngòi cho điều đó. Nhưng cũng rõ ràng là nguồn tiền mặt đổ vào đã kéo dài xung đột. Congo chiếm 60% trữ lượng của hai kim loại này trên thế giới (chúng hòa với nhau trong lòng đất và tạo thành khoáng vật coltan). Khi doanh số điện thoại di động tăng từ mức gần như bằng không (năm 1991) lên hơn một tỷ chiếc (năm 2001), cơn khát coltan của các nước phương Tây cũng mãnh liệt chẳng kém gì cơn đói của Tantalus. Điều này đã khiến giá coltan tăng gấp 10 lần. Những người

thu mua quặng cho các nhà sản xuất điện thoại chẳng mảy may bận tâm xem coltan từ đâu ra; còn người dân Congo cũng không hề biết khoáng vật đó dùng để làm gì, chỉ biết rằng người da trắng đã trả tiền cho họ và họ có thể dùng tiền để hỗ trợ các nhóm vũ trang mà mình ủng hộ.

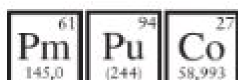
Chính vì lợi ích từ coltan phân đều cho mọi bên nên đã gây ra nhiều tác hại. Không như khoảng thời gian người Bỉ gian manh điều hành các mỏ kim cương và vàng ở Congo, không có tập đoàn nào kiểm soát các mỏ coltan, cũng chẳng cần máy xúc và xe tải để khai thác. Bất kỳ người dân nào có xẻng và sức khỏe đều có thể đào được vài cân khoáng vật này tại các lòng suối (nó trông như bùn đặc). Chỉ trong vài giờ, một người nông dân có thể kiếm được gấp 20 lần những gì hàng xóm làm trong cả năm; và khi lợi nhuận tăng nhanh, cánh đàn ông đã rời trang trại để đi đào quặng. Điều này khiến nguồn cung thực phẩm vốn đang thiếu ở Congo càng thêm khan hiếm, và họ bắt đầu săn khỉ đột để lấy thịt như thể số lượng của chúng nhiều như trâu vậy. Hậu quả là chúng gần như chết sạch. Nhưng đây vẫn chẳng là gì so với sự tàn bạo diễn ra sau đó. Đổ tiền vào một quốc gia vô chính phủ chưa bao giờ là một điều tốt. Thị trường tự do của chủ nghĩa tư bản bị đẩy lên mức tàn nhẫn khi tất cả đều được rao bán, kể cả con người. Những khu trại khổng lồ được bảo vệ kỹ lưỡng mọc lên, rao bán những nữ nô lệ. Chuyện đâm thuê chém mướn để lấy tiền thưởng diễn ra như cơm bữa. Những câu chuyện khủng khiếp về những kẻ chiến thắng làm nhục xác nạn nhân bằng cách buộc nội tạng quanh mình và nhảy múa để ăn mừng lan truyền khắp nơi.

Xung đột ở Congo bùng lên mạnh nhất từ năm 1998 đến năm 2001. Và khi các nhà sản xuất điện thoại nhận ra mình đang tài trợ cho sự hỗn loạn, họ bắt đầu mua tantan và niobi từ Úc dù giá cao hơn. Chính nhờ vậy mà tình hình Congo dịu xuống đôi chút. Mặc dù chiến tranh đã chấm dứt vào năm 2003 với một thỏa thuận đình chiến chính thức, nhưng tình hình ở khu vực phía đông của Congo (gần Rwanda) vẫn chưa hề lắng xuống. Và một nguyên tố khác là thiếc lại bắt đầu tạo ra nguồn tiền cho xung đột ở đây. Năm 2006, Liên minh châu Âu đã cấm chất hàn chứa chì trong hàng tiêu dùng và hầu hết nhà sản xuất đã thay bằng thiếc, vẫn là một kim loại mà Congo có trữ lượng rất lớn. Joseph Conrad từng gọi Congo là “cuộc tranh

giành của cải tệ hại nhất lịch sử, khiến lương tâm biến dạng tới tột cùng", và quan niệm đó vẫn đúng tới ngày nay.

Tóm lại, hơn năm triệu người đã chết ở Congo kể từ giữa những năm 1990, khiến nước này trở thành nơi có thương vong lớn nhất sau khi Thế Chiến II kết thúc. Cuộc xung đột ở đó là bằng chứng cho thấy ngoài tất cả những khoảnh khắc thăng hoa, bảng tuần hoàn cũng có thể đánh thức phần "con" vô nhân tính nhất của con người.

Chương 6
Hoàn thiện bảng tuần hoàn… bằng một vụ nổ



Một vụ nổ siêu tân tinh đã gieo mầm mọi nguyên tố hóa học tự nhiên vào Hệ Mặt Trời, và khuấy đều chúng trong quá trình "nấu" các hành tinh đá sơ sinh để đảm bảo các nguyên tố này được trộn đều vào lòng đất. Nhưng chỉ riêng quá trình này thì không đủ để cho ta biết mọi điều về sự phân bố các nguyên tố trên Trái Đất. Sau vụ nổ siêu tân tinh, cả một họ nguyên tố đã "tuyệt chủng" vì hạt nhân của chúng quá kém bền nên không thể "sống sót" trong tự nhiên. Sự kém bền này làm chấn động giới khoa học và để lại những ô trống không thể khỏa lấp trong bảng tuần hoàn. Và không như thời Mendeleev, họ không thể tìm được các nguyên tố còn thiếu dù có gắng sức thế nào chăng nữa. Các ô trống này cuối cùng cũng được lấp đầy, nhưng đó là câu chuyện sau khi các lĩnh vực mới được phát triển cho phép giới khoa học tự tạo ra nguyên tố hóa học, và họ nhận ra rằng sự kém bền của một số nguyên tố tiềm ẩn hiểm họa khôn lường. Việc tạo ra và phá vỡ các nguyên tử liên quan mật thiết với nhau đến mức vượt xa tưởng tượng của bất kỳ ai.

Ngọn ngành câu chuyện này xuất phát từ Đại học Manchester (Anh) ngay trước Thế Chiến I. Manchester lúc đó quy tụ những nhà khoa học lỗi lạc, gồm cả Ernest Rutherford (bấy giờ đang là giám đốc phòng thí nghiệm nơi này). Sinh viên triển vọng nhất có lẽ là Henry Moseley. Là con trai của một nhà tự nhiên học được Charles Darwin ngưỡng mộ, Moseley rất say mê ngành vật lý. Ông làm việc liên tục trong phòng thí nghiệm suốt 15 giờ, như thể bản thân đang trải qua những ngày cuối đời và không còn đủ thời gian làm những việc muốn làm. Trong lúc đó, ông chỉ ăn xa lát trái cây và phô mai. Như nhiều thiên tài khác, Moseley cũng là một người khó gần, cứng nhắc và cổ hủ; ông tỏ thái độ ghê tởm với "thứ mùi bẩn thỉu" của người nước ngoài tại Manchester.

Nhưng tài năng của Moseley đã bù đắp lại nhiều điều. Tuy việc mình làm bị Rutherford phản đối vì coi là phí thời gian, nhưng Moseley vẫn nhiệt tình nghiên cứu các nguyên tố bằng cách bắn phá chúng bằng chùm electron. Ông cộng tác với cháu của Darwin (một nhà vật lý), và bắt đầu thăm dò mọi nguyên tố đã biết (cho đến vàng) một cách có hệ thống từ năm 1913. Như ta đã biết, khi dùng chùm electron bắn phá một nguyên tử, các electron của nguyên tử sẽ bật ra và để lại lỗ trống. Các electron và hạt nhân nguyên tử hút lẫn nhau vì electron và proton có điện tích trái dấu, và việc tách các electron khỏi hạt nhân là một hành động thô bạo. Do tự nhiên ghét cay ghét đắng chân không nên các electron khác sẽ lao vào để lấp đầy lỗ trống và việc này giải phóng tia X năng lượng cao. Thú vị thay, Moseley đã tìm thấy mối quan hệ toán học giữa bước sóng của tia X, số proton trong hạt nhân và số hiệu nguyên tử (chính là vị trí của nguyên tố trên bảng tuần hoàn).

Đã có nhiều thay đổi kể từ khi Mendeleev công bố bảng tuần hoàn nổi tiếng của ông vào năm 1869. Bảng tuần hoàn đầu tiên được đặt nằm ngang, nhưng sau đó có người đã cho Mendeleev thấy rằng xoay dọc nó ra mới là hợp lý. Suốt 40 năm sau đó, các nhà hóa học vẫn tiếp tục mày mò với bảng tuần hoàn, thêm cột và sắp xếp lại các nguyên tố. Trong khi đó, những bất thường nảy ra bắt đầu khiến mọi người hoài nghi rằng mình có thực sự hiểu bảng tuần hoàn hay không. Hầu hết nguyên tố trên bảng tuần hoàn được sắp xếp theo chiều tăng dần nguyên tử khối. Theo nguyên lý đó thì niken nên ở trước coban; nhưng để cho các nguyên tố ở vị trí phù hợp (tức coban ở trên các nguyên tố tương tự coban và niken trên các nguyên tố tương tự niken), các nhà hóa học phải đổi chỗ coban và niken cho nhau. Không ai biết tại sao cần làm vậy, và đây cũng chỉ là một trong nhiều trường hợp khiến họ phải vò đầu bứt tóc. Để giải quyết vấn đề này, giới khoa học đã phát minh ra số hiệu nguyên tử làm công cụ xác định vị trí của các nguyên tố. Điều này càng cho thấy rằng không ai hiểu về ý nghĩa thực sự của số hiệu nguyên tử.

Moseley bấy giờ chỉ mới 25 tuổi đã giải được câu đố ấy nhờ thay đổi cách tiếp cận vấn đề từ hóa học sang vật lý. Điều cốt yếu là khi ấy có rất ít nhà khoa học tin vào hạt nhân nguyên tử. Rutherford đưa ra ý tưởng về hạt nhân nguyên tử mang điện dương từ năm 1911, nhưng đến năm 1913 nó

vẫn chưa được chứng minh; quá mông lung nên khó mà khiến giới khoa học công nhận. Nghiên cứu của Moseley đã cung cấp bằng chứng xác thực đầu tiên. Niels Bohr (một đồ đệ khác của Rutherford) nhớ lại: "Ngày nay chúng ta không thể hiểu nổi, nhưng khi ấy [nghiên cứu của Rutherford] đã không được nhìn nhận nghiêm túc... Chính Moseley đã khiến cục diện xoay chuyển". Đó là nhờ Moseley đã đồng nhất số hiệu nguyên tử (vị trí của nguyên tố trên bảng tuần hoàn) với điện tích dương của hạt nhân (một đặc tính vật lý). Và ông làm vậy bằng một thí nghiệm mà bất cứ ai cũng có thể lặp lại. Điều này chứng tỏ thứ tự của các nguyên tố không hề ngẫu hứng mà xuất phát từ hiểu biết đúng đắn về thuộc tính nguyên tử. Các trường hợp "xoắn não" như coban và niken đột nhiên trở nên dễ hiểu: vì niken (nguyên tử khối nhỏ hơn) nhiều proton hơn nên điện tích dương cao hơn, do đó phải xếp sau coban. Nếu Mendeleev và những người khác phát hiện ra khối rubic của các nguyên tố thì chính Moseley là người đã đưa ra lời giải cuối cùng cho nó.

Hơn nữa, giống như máy quang phổ, phương pháp chùm tia electron của Moseley đã giúp sắp xếp gọn gàng bảng tuần hoàn thông qua việc đặt một loạt nguyên tố phóng xạ khó hiểu vào đúng chỗ và bác bỏ tuyên bố sai về các nguyên tố mới. Moseley cũng tìm ra bốn ô trống còn lại trong bảng tuần hoàn là 43, 61, 72 và 75. (Các nguyên tố nặng hơn vàng quá đắt để kiếm nổi mẫu thí nghiệm chuẩn vào năm 1913. Nếu điều kiện cho phép, Moseley hẳn đã tìm được các ô trống 85, 87 và 91.)

Thật không may, đó không phải là thời đại mà các nhà hóa học và vật lý sẵn sàng tin tưởng lẫn nhau. Một số nhà hóa học nổi tiếng ngờ rằng Moseley đã bịa ra những kết quả to lớn mà ông tuyên bố. Georges Urbain người Pháp đã thách thức chàng trai trẻ bằng cách mang đến một hỗn hợp chứa các nguyên tố đất hiếm mơ hồ (giống như hỗn hợp ở đảo Ytterby ngày trước). Urbain nghiên cứu đất hiếm suốt 20 năm và đã mất nhiều tháng để xác định bốn nguyên tố trong mẫu của mình; ông muốn làm Moseley khó xử, thậm chí là bẽ mặt. Sau khi gặp mặt, Moseley đã trả về cho Urbain một danh sách đầy đủ và chính xác chỉ trong một giờ.* Việc xác định những nguyên tố đất hiếm từng khiến Mendeleev nản lòng giờ đã dễ như ăn kẹo.

Nhưng chúng được xác định bởi những người khác chứ không phải Moseley. Mặc dù là người tiên phong trong khoa học hạt nhân, nhưng cũng như titan Prometheus trong thần thoại Hy Lạp, Moseley đã bị các vị thần "trừng phạt" vì chính công trình có ý nghĩa khai sáng cho các thế hệ sau của mình. Khi Thế Chiến I nổ ra, Moseley gia nhập quân đội Anh (bất chấp sự can ngăn từ chính quân đội) và chiến đấu trong chiến dịch thảm họa Gallipoli (thất bại năm 1915). Khi quân của đế chế Ottoman (ngày nay là Thổ Nhĩ Kỳ) công phá quân Anh bằng các đội hình phalanx tám tấm khiên, trận chiến đã biến thành loạn đả trên đường phố với dao, đá và răng. Trong cuộc ẩu đả man rợ đó, Moseley đã ngã xuống khi mới 27 tuổi. Cuộc chiến vô nghĩa được mô tả rõ nhất qua nhiều thi sĩ người Anh cũng đã gục ngã trên chiến trường. Tuy vậy, một người cộng sự lại cho rằng việc Henry Moseley hy sinh đã khẳng định rằng Thế Chiến I chính là "một trong những tội ác ghê tởm nhất trong lịch sử mà không gì bù đắp được."*

Cách tri ân tốt nhất mà giới khoa học có thể dành cho Moseley là săn lùng tất cả nguyên tố còn thiếu mà ông chỉ ra. Thật vậy, Moseley đã truyền cảm hứng cho các "thợ săn nguyên tố" – những người đột nhiên có ý tưởng rõ ràng về điều cần tìm – đến nỗi "khu rừng nguyên tố" nhanh chóng lâm vào tình cảnh đất chật người đông. Người ta tranh nhau tìm ra hafni, protactini và tecneti trước tiên. Các nhóm nghiên cứu khác lấp đầy ô trống thứ 85 và 87 của bảng tuần hoàn vào cuối những năm 1930 nhờ tạo ra những nguyên tố này trong phòng thí nghiệm. Đến năm 1940, chỉ còn một nguyên tố tự nhiên – phần thưởng duy nhất cho các thợ săn nguyên tố – vẫn chưa được phát hiện: nguyên tố thứ 61.

Điều kỳ lạ là chỉ có vài nhóm nghiên cứu trên khắp thế giới đang săn tìm nó. Một nhóm (do nhà vật lý người Ý Emilio Segrè đứng đầu) cố gắng tạo ra một mẫu nhân tạo của nguyên tố này và suýt nữa đã thành công vào năm 1942, nhưng họ lại từ bỏ sau vài lần nỗ lực phân lập nó. Bảy năm sau, ba nhà khoa học từ Phòng thí nghiệm quốc gia Oak Ridge (Tennessee, Mỹ) đứng dậy trong một cuộc hội thảo khoa học ở Philadelphia và tuyên bố tìm ra nguyên tố thứ 61 khi sàng lọc một số quặng urani đã qua sử dụng. Kể từ khi hóa học hiện đại ra đời vài trăm năm trước, ô trống cuối cùng trong bảng tuần hoàn đã được lấp đầy.

Nhưng thông báo này không thu hút nhiều sự chú ý. Bộ ba này tuyên bố đã phát hiện ra nguyên tố thứ 61 từ hai năm trước và đã trì hoãn công bố kết quả vì quá bận rộn với urani, công việc chính của họ. Báo chí khá hờ hững với phát hiện này. Trên tờ *The New York Times*, "mắt xích còn thiếu" này được đưa tin chung với một kỹ thuật khai thác dầu mỏ đáng ngờ, hứa hẹn cả trăm năm khai thác dầu không bị gián đoạn. Tạp chí *Time* chôn vùi tin này trong bài báo tổng kết hội nghị và khinh miệt nguyên tố thứ 61 rằng nó "chỉ là đồ bỏ"*. Sau đó, nhóm khoa học nọ tuyên bố họ dự định gọi nó là prometi. Các nguyên tố được phát hiện vào đầu thế kỷ đã được đặt cho những cái tên hoa mỹ hoặc dễ hiểu, nhưng prometi – được đặt theo tên titan Prometheus, người bị trừng phạt (bằng cách cho một con đại bàng rỉa sống lá gan mỗi ngày) vì đã đánh cắp ngọn lửa của các vị thần Olympus cho loài người – lại gợi ra một câu chuyện bi thương và có phần tội lỗi.

Vậy chuyện gì đã xảy ra từ thời của Moseley tới khi nguyên tố thứ 61 được phát hiện? Tại sao việc săn lùng các nguyên tố từ chỗ quan trọng đến mức một đồng nghiệp gọi cái chết của Moseley là "một tội ác không thể bù đắp" giờ lại chỉ đáng giá vài dòng trên báo? Tất nhiên prometi vô dụng, nhưng các nhà khoa học chính là người luôn cổ vũ những khám phá không thực tế hơn bất cứ ai khác; và việc hoàn tất bảng tuần hoàn là một thành tựu lịch sử – kết tinh của hàng triệu giờ nghiên cứu. Mọi người không hẳn là mệt mỏi với việc tìm kiếm nguyên tố mới, dù nó đã gây ra tranh cãi giữa giới khoa học Mỹ và Liên Xô trong gần suốt Chiến tranh Lạnh. Thay vào đó, bản chất và tầm vóc của khoa học hạt nhân đã thay đổi. Con người đã thấy đủ các nguyên tố nên một nguyên tố tầm trung như prometi không còn gây phấn khích như các nguyên tố nặng plutoni và urani, chứ chưa kể đến hậu duệ nổi tiếng của chúng: bom nguyên tử.

Một buổi sáng năm 1939, một nhà vật lý trẻ tại Đại học California ở Berkeley tới hội sinh viên để cắt tóc. Chẳng ai nhớ nổi chủ đề cuộc trò chuyện ngày đó nữa: có thể là về "tên khốn Hitler" hay liệu đội bóng chày Yankees có thể giành chức vô địch giải World Series tới lần thứ tư liên tiếp không. Dù sao đi nữa, anh chàng Luis Alvarez (vẫn chưa nổi tiếng với lý thuyết về sự tuyệt chủng của khủng long) đã tình cờ đọc được tin về các thí nghiệm phản ứng phân hạch urani của Otto Hahn ở Đức trong khi đang vừa tán gẫu vừa lật đi lật lại tờ *Thời báo San Francisco*. Một người bạn

hồi tưởng: Alvarez đã ngăn người thợ lại khi vừa chạm kéo, giật phăng khăn choàng và tức tốc lao đến phòng thí nghiệm. Anh lấy một máy đếm Geiger và đi tìm một số mẫu urani.

Mặc cho mái tóc đang cắt dở dang, anh hét lên gọi mọi người tới xem điều mà Hahn đã phát hiện ra.

Không chỉ hài hước mà sự hăm hở của Alvarez còn tượng trưng cho tình trạng vật lý hạt nhân thời bấy giờ. Quá trình tìm hiểu về cách thức hoạt động của hạt nhân nguyên tử trong giới khoa học diễn ra ổn định nhưng mà chậm. Những mẩu kiến thức nhỏ rải rác đó đây, rồi chỉ với một khám phá, họ cũng thành công đến bất ngờ.

Moseley đã mang đến cho ngành nguyên tử và hạt nhân chỗ đặt chân hợp lý, và vô số tài năng đã tham gia hai lĩnh vực này trong những năm 1920. Tuy nhiên, sự phát triển của ngành này lại khó khăn hơn dự kiến. Điều khó hiểu là hiện tượng đó lại do chính Moseley gián tiếp gây ra. Công trình của ông đã chứng minh rằng các đồng vị như Pb-204 và Pb-206 có tổng điện tích dương bằng nhau nhưng lại khác nhau về nguyên tử khối. Thế giới lúc đó mới chỉ biết về proton và electron, nên ý tưởng kỳ cục rằng proton dương nuốt trọn electron âm giống trò chơi Pac-Man đã khiến các nhà khoa học bối rối.* Ngoài ra, để hiểu được cách các hạt hạ nguyên tử hoạt động, giới khoa học phải nghĩ ra công cụ toán học hoàn toàn mới (cơ học lượng tử) và mất thêm nhiều năm nữa để áp dụng được nó, thậm chí chỉ với nguyên tử hydro cực kỳ đơn giản và tách biệt.

Trong khi đó, lĩnh vực phóng xạ (nghiên cứu về cách thức hạt nhân phân rã) có liên quan cũng đang được các nhà khoa học phát triển. Bất kỳ nguyên tử đã biết nào cũng có thể cho hoặc nhận electron, nhưng những ngôi sao sáng như Marie Curie và Ernest Rutherford đã nhận ra rằng một số nguyên tố hiếm cũng thay đổi hạt nhân của chúng bằng cách bắn ra các mảnh nguyên tử. Đặc biệt hơn, Rutherford đã phân loại và đặt tên các mảnh này bằng chữ cái Hy Lạp: alpha, beta và gamma. Phân rã gamma là đơn giản và nguy hiểm nhất vì nó phát ra các tia có năng lượng rất cao – nỗi kinh hoàng trong những thảm họa hạt nhân ngày nay. Hai loại phóng xạ kia liên quan đến việc chuyển đổi nguyên tố này thành nguyên tố khác – điều

không ngừng giày vò giới khoa học trong những năm 1920. Nhưng mỗi nguyên tố phóng xạ lại có cách phân rã đặc trưng, nên bản chất của phân rã alpha và beta tiếp tục làm khó các nhà khoa học vốn đang ngày càng chán nản với bản chất của đồng vị. Mô hình Pac-Man đã thất bại, và vài người liều lĩnh cho rằng cách duy nhất để xử lý các đồng vị đang xuất hiện ngày một nhiều là loại bỏ bảng tuần hoàn.

Những bộ óc kiệt xuất cùng suy nghĩ và khoảnh khắc "Eureka!" đã đến. Năm 1932, James Chadwick (một sinh viên khác của Rutherford) đã phát hiện ra neutron có khối lượng nhưng không mang điện. Cùng với phát kiến của Moseley về số hiệu nguyên tử, nguyên tử (ít nhất là các nguyên tử đơn lẻ) đột nhiên trở nên dễ hiểu. Sự tồn tại của neutron giúp Pb-204 và Pb-206 đều là chì, vẫn cùng điện tích dương trong hạt nhân và ở cùng ô trên bảng tuần hoàn dù khác nguyên tử khối. Bản chất của phóng xạ cũng sáng tỏ. Phân rã beta được hiểu là sự chuyển đổi neutron thành proton (hoặc ngược lại); và do số proton thay đổi nên phân rã beta đã chuyển đổi nguyên tử của nguyên tố này thành nguyên tử của nguyên tố khác. Phân rã alpha cũng vậy và là sự thay đổi mạnh mẽ nhất ở cấp hạt nhân: hai neutron và hai proton bị tách bỏ.

Trong vài năm sau đó, neutron không còn là một công cụ lý thuyết đơn thuần. Một mặt, nó là cách tuyệt vời để thăm dò các thành phần của nguyên tử, do các nhà khoa học có thể bắn chùm neutron vào nguyên tử mà không sợ lực điện ảnh hưởng đến nó giống như các hạt tích điện. Neutron cũng giúp giới khoa học tạo ra một loại phóng xạ mới. Các nguyên tố (đặc biệt là các nguyên tố nhẹ) luôn cố gắng duy trì tỷ lệ neutron-proton là 1/1. Nếu một nguyên tử có quá nhiều neutron, nó sẽ tự giải phóng lượng neutron dư thừa (kèm theo năng lượng) ra ngoài. Các nguyên tử gần đó hấp thụ những neutron này sẽ trở nên kém bền và phát ra nhiều neutron hơn nữa, hình thành phản ứng dây chuyền. Nhà vật lý Leo Szilard đã nảy ra ý tưởng về phản ứng hạt nhân dây chuyền vào khoảng năm 1933 khi đang dừng đèn đỏ tại London vào một buổi sáng. Năm 1934, ông đăng ký bằng sáng chế và đã cố gắng (nhưng bất thành) dùng một số nguyên tố nhẹ để tạo ra phản ứng dây chuyền từ năm 1936.

Nhưng hãy nhớ những mốc thời gian này. Ngay khi các nhà khoa học hiểu được bản chất của electron, proton và neutron, trật tự chính trị cũ của thế giới cũng sắp chấm dứt. Thời điểm Alvarez vừa cắt tóc vừa đọc về sự phân hạch urani cũng chính là lúc châu Âu đang lâm nguy.

Trào lưu săn lùng các nguyên tố trước đây cũng kết thúc cùng lúc. Với mô hình cấu trúc nguyên tử mới, các nhà khoa học nhận ra một số nguyên tố trên bảng tuần hoàn vẫn chưa được phát hiện vì chúng vốn không bền. Cho dù có tồn tại nhiều trên Trái Đất từ thuở sơ khai thì chúng cũng đã tan rã từ lâu. Tuy điều này giải thích hợp lý các ô còn trống trong bảng tuần hoàn, nhưng hóa ra lại không phải là điều tốt. Các nguyên tố không bền nhanh chóng dẫn các nhà khoa học đến với phản ứng phân hạch và phản ứng phân hạch dây chuyền (mà neutron là một tác nhân quan trọng). Và ngay khi họ hiểu rằng hạt nhân nguyên tử có thể phân rã – cả về ý nghĩa khoa học lẫn chính trị – việc thu thập các nguyên tố mới để trưng bày chỉ còn là sở thích của kẻ nghiệp dư (giống như sinh học lỗi thời bắn-rồi-nhồi những năm 1800 so với sinh học phân tử ngày nay). Đứng trước Thế Chiến II và khả năng bị bom nguyên tử đe dọa vào năm 1939, giới khoa học chẳng buồn bận tâm đến prometi cho tới tận một thập kỷ sau.

Dù các nhà khoa học cực kỳ phấn khích trước khả năng chế tạo bom phân hạch nhưng cơ sở lý thuyết vẫn còn xa rời thực tế. Ngày nay có lẽ hơi khó hình dung, nhưng bom hạt nhân bị coi là chuyện xa vời vào thời điểm đó, đặc biệt là bởi các chuyên gia quân sự. Như thường lệ, giới lãnh đạo háo hức chiêu mộ các nhà khoa học, và công nghệ do họ tìm ra (như những loại thép tốt hơn) đã khiến chiến tranh càng thảm khốc. Nhưng hai quả bom nguyên tử góp phần đặt dấu chấm hết cho chiến tranh suýt nữa đã không xuất hiện nếu thay vì chỉ đòi hỏi những món vũ khí ăn liền vừa to vừa khỏe, chính phủ Mỹ lại kêu gọi sự đồng thuận chính trị để đầu tư hàng tỷ đô la Mỹ vào lĩnh vực khoa học bấy giờ vẫn còn thuần túy và phi thực tế: khoa học hạ nguyên tử. Cho dù vậy, phản ứng phân hạch có kiểm soát vẫn vượt xa khả năng của khoa học thời đó, đến mức Dự án Manhattan phải áp dụng một cách nghiên cứu hoàn toàn mới để thành công: phương pháp Monte Carlo. Cũng từ đây, quan niệm của con người về "nghiên cứu khoa học" đã thay đổi hoàn toàn.

Như đã nói, cơ học lượng tử áp dụng hiệu quả với các nguyên tử đơn lẻ; và đến năm 1940, các nhà khoa học biết rằng hấp thụ thêm neutron khiến nguyên tử kém bền hơn. Nó sẽ phân rã và giải phóng thêm càng nhiều neutron. Theo dõi quỹ đạo của một neutron xác định không hề khó hơn theo dõi một quả bóng bi-a. Nhưng một phản ứng dây chuyền đòi hỏi phải có sự xuất hiện của hàng tỷ tỷ neutron di chuyển theo mọi hướng với tốc độ khác nhau. Điều này khiến các nhà khoa học rất khó xây dựng một công cụ lý thuyết thích hợp. Đồng thời, urani và plutoni không chỉ rất đắt mà còn nguy hiểm nên việc tiến hành thử nghiệm chi tiết là không thể.

Nhưng các nhà khoa học của Dự án Manhattan đã được yêu cầu tìm ra chính xác lượng plutoni và urani cần thiết để chế tạo bom: nếu quá ít thì bom sẽ không nổ. Quá nhiều thì bom vẫn nổ, nhưng hậu quả là chiến tranh sẽ kéo dài thêm nhiều tháng vì làm giàu hai nguyên tố này vô cùng phức tạp và tốn thời gian (cần tổng hợp được plutoni trước, rồi mới làm giàu nó được). Để khắc phục, một số nhà khoa học với suy nghĩ thực tế đã quyết định từ bỏ cả hai cách truyền thống – lý thuyết và thử nghiệm – để tiên phong trên con đường thứ ba.

Để bắt đầu, họ chọn một neutron chuyển động với tốc độ ngẫu nhiên quanh một thanh chứa plutoni (hoặc urani). Hướng của neutron cũng được chọn ngẫu nhiên cùng nhiều tham số ngẫu nhiên khác (như lượng plutoni, xác suất neutron thoát khỏi plutoni trước khi bị hấp thụ, thậm chí cả hình dạng thanh plutoni). Lưu ý rằng chọn các tham số cụ thể nghĩa là các nhà khoa học đã từ bỏ tính phổ quát của mỗi phép tính, vì chúng chỉ áp dụng được cho vài neutron trong thiết kế cụ thể. Các nhà lý thuyết *ghét* việc phải từ bỏ những kết quả có thể áp dụng phổ quát nhưng họ không có lựa chọn nào khác.

Vậy là các phòng làm việc đầy rẫy những phụ nữ trẻ tay cầm bút chì (nhiều người là vợ các nhà khoa học, được thuê để hỗ trợ vì dù sao thì cuộc sống ở Los Alamos cũng nhàm chán tới phát điên). Họ lấy một tờ giấy có viết các số ngẫu nhiên (mà đôi khi không biết ý nghĩa chính xác của việc này) và bắt đầu tính toán cách neutron va chạm với một nguyên tử plutoni; liệu neutron có bị hấp thụ; bao nhiêu neutron mới (nếu có) được giải phóng; và các neutron mới này tiếp tục giải phóng thêm bao nhiêu neutron nữa... Mỗi

người trong số hàng trăm phụ nữ thực hiện một phép tính nhỏ của một bài toán lớn và các nhà khoa học sẽ tổng hợp kết quả. Nhà sử học George Dyson mô tả quá trình này là việc chế tạo bom "bằng số học: từng neutron, từng nano giây…[một phương pháp] xấp xỉ thống kê, trong đó việc lấy mẫu ngẫu nhiên các sự kiện được theo dõi thông qua... một loạt khoảng thời gian mang tính đại diện, nhằm tìm ra kiểu thiết kế bom khả dụng trong thực tế."*

Phản ứng hạt nhân trên lý thuyết đôi khi đã xảy ra, và được tính là một thành công. Hết phép tính này, những người phụ nữ lại chuyển sang những con số khác. Họ tính, tính và tính. *Rosie the Riveter*[1] có thể là biểu tượng tiêu biểu của quyền bình đẳng lao động với phụ nữ trong chiến tranh, nhưng Dự án Manhattan sẽ không đi đến đâu nếu không có những phụ nữ đã tính toán bằng tay các bảng dữ liệu dài dằng dặc. Họ được gọi với một tên gọi mới: "máy tính".

Nhưng tại sao cách tiếp cận này lại khác biệt tới vậy? Về cơ bản, các nhà khoa học đã coi mỗi tính toán tương đương với một thí nghiệm và chỉ thu thập dữ liệu ảo cho bom plutoni và urani. Họ bỏ qua sự tương hỗ giữa lý thuyết-thực nghiệm và áp dụng các phương pháp mà một nhà sử học đã mô tả chân thực là "vượt khỏi các phương pháp thường thấy… một thực tế mô phỏng vay mượn từ cả thực nghiệm và lý thuyết, kết hợp chúng với nhau để tạo nên một phương pháp mới không giống bất cứ cách thức thông thường nào."*

[1]. Hình ảnh tiêu biểu của nữ công nhân Mỹ trong Thế Chiến II. (BTV)

Tất nhiên, những tính toán như vậy chỉ giống như những phương trình ban đầu của các nhà khoa học, nhưng họ đã gặp may. Các hạt ở cấp lượng tử chịu sự chi phối của các định luật thống kê và cơ học lượng tử (dù có đặc tính rất kỳ lạ và trái với thường lý) – lý thuyết khoa học chính xác nhất từng được phát minh. Thêm vào đó, lượng phép tính khổng lồ trong Dự án Manhattan mang lại cho họ niềm tin rất lớn. Điều này đã được chứng minh khi cuộc thử nghiệm Trinity (ở New Mexico) thành công vào giữa năm 1945. Sự phát nổ nhanh chóng, hoàn hảo của bom urani ở Hiroshima và

bom plutoni ở Nagasaki vài ngày sau đó cũng chứng minh tính chính xác của phương pháp tiếp cận dựa trên tính toán phi truyền thống này.

Sau khi Dự án Manhattan tuyệt mật kết thúc, các nhà khoa học trở về nhà và nhìn lại những gì đã làm (một số tự hào, một số thì không). Nhiều người vui mừng vì đã có thể quên đi khoảng thời gian trong các phòng tính toán. Tuy nhiên, một số người lại bị thu hút bởi những gì mình học được, trong đó có Stanislaw Ulam (một người tị nạn Ba Lan). Ulam đã dành hàng giờ ở New Mexico để chơi bài. Vào một ngày nọ năm 1946, khi đang chơi xếp bài solitaire, ông tự hỏi về tỷ lệ thắng của bất kỳ ván bài ngẫu nhiên nào. Điều mà Ulam yêu thích hơn cả chơi bài là các phép tính, nên ông bắt đầu viết các phương trình xác suất lên rất nhiều trang giấy. Vì vấn đề quá phức tạp nên Ulam nhanh chóng từ bỏ. Ông quyết định chơi một trăm ván bài và lập bảng phần trăm số lần thắng. Cách này dễ hơn rất nhiều.

Neuron thần kinh của hầu hết mọi người (ngay cả số đông các nhà khoa học) có lẽ sẽ khó mà hình dung ra mối liên hệ này, nhưng Ulam đã nhận ra rằng mình đang dùng phương pháp tiếp cận tương tự như các "thí nghiệm" chế tạo bom ở Los Alamos khi chơi bài solitaire.

(Mối liên hệ ở đây cũng khá trừu tượng: thứ tự và cách bố trí của các lá bài giống như thông số ngẫu nhiên, và "tính toán" là tập hợp bài trên tay.) Ông thảo luận chủ đề này cùng người bạn yêu tính toán John von Neumann (một người tị nạn châu Âu khác và cũng từng thuộc Dự án Manhattan). Ulam và von Neumann nhận ra rằng: nếu họ có thể khái quát hóa và áp dụng vào các tình huống khác (với rất nhiều biến ngẫu nhiên) thì phương pháp này mạnh tới không tưởng. Thay vì lo ngại hiệu ứng cánh bướm[1] và cố gắng tính đến mọi sự phức tạp, chỉ cần xác định vấn đề, nhập dữ liệu đầu vào ngẫu nhiên rồi tính. Những kết quả này không chắc chắn (không như thực nghiệm), nhưng với số lần thử đủ lớn thì xác suất tính được là khá đáng tin.

[1]. Cụm từ để mô tả khái niệm trong lý thuyết hỗn loạn về độ nhạy cảm của hệ với điều kiện gốc (sensitivity on initial conditions). Hiệu ứng này được nhà toán học Edward Norton Lorenz đặt tên. Nguồn gốc tên gọi này dựa

trên quan sát của ông về một cơn bão chịu sự ảnh hưởng của một con bươm bướm vỗ cánh ở một nơi nào đó rất xa cơn bão. (ND)

Trong một sự trùng hợp tới khó tin, Ulam và von Neumann lại quen biết các kỹ sư người Mỹ đang phát triển các máy tính điện tử đầu tiên (như ENIAC ở Philadelphia). Trước đây, các "máy tính" của Dự án Manhattan dùng hệ thống thẻ đục lỗ cơ học để tính; nhưng trong những công việc lặp lại tẻ nhạt (mà Ulam và von Neumann hình dung), ENIAC không biết mệt sẽ hứa hẹn hơn nhiều. Trong lịch sử, ngành xác suất bắt nguồn từ sòng bạc của giới quý tộc, còn tên phương pháp tiếp cận của Ulam và von Neumann bắt nguồn từ đâu thì vẫn chưa rõ. Nhưng Ulam thích khoe khoang rằng ông đặt tên "phương pháp Monte Carlo" để tưởng nhớ một người chú thường mượn tiền để đánh bạc trên "các máy tạo số ngẫu nhiên nổi tiếng (bàn cò quay, từ 0 đến 36) ở một công quốc bên bờ Địa Trung Hải".

Dù gì đi nữa thì phương pháp Monte Carlo vẫn nhanh chóng được áp dụng. Nó cắt giảm các thí nghiệm đắt tiền, và nhu cầu về các thiết bị mô phỏng theo phương pháp Monte Carlo chất lượng cao đã mở đường cho sự phát triển của máy tính, thúc đẩy chúng trở nên nhanh và hiệu quả hơn. Thêm vào đó, sự ra đời của máy tính điện tử giá rẻ khiến các thí nghiệm, mô phỏng và mô hình kiểu Monte Carlo dần chiếm lĩnh ngành hóa học, thiên văn, vật lý (chưa kể đến phân tích thị trường chứng khoán và kỹ thuật). Mới chỉ hai thế hệ trôi qua, phương pháp Monte Carlo (dưới nhiều hình thức) đã thống trị một số lĩnh vực, đến nỗi nhiều nhà khoa học trẻ ngày nay không nhận ra rằng họ đã xa rời lý thuyết hoặc thực nghiệm truyền thống đến mức nào. Nhìn chung, phương pháp thiết thực tưởng như tạm thời này – mục đích ban đầu là tính toán các khả năng xảy ra phản ứng phân hạch dây chuyền của những nguyên tử plutoni và urani – đã trở thành một phần không thể thay thế của khoa học. Nó không chỉ chinh phục khoa học mà còn ổn định, đồng hóa và kết hợp với các phương pháp khác.

Tuy nhiên, vào năm 1949 thì sự chiếm lĩnh đó vẫn còn chưa xảy ra. Lúc ấy, phương pháp Monte Carlo chủ yếu được dùng để chế tạo vũ khí hạt nhân thế hệ tiếp theo. Von Neumann, Ulam và cộng sự đã tìm đến các phòng máy to như nhà thi đấu và ra vẻ thần bí hỏi rằng liệu họ có thể chạy vài chương trình trong khoảng thời gian từ 12 giờ đêm trở đi hay không. Vũ

khí tuyệt mật mà họ phát triển trong khoảng thời gian ấy được gọi là siêu vũ khí *(super)*: nhiều giai đoạn và mạnh hơn bom hạt nhân cũ (bom A) cả ngàn lần. Siêu vũ khí dùng plutoni và urani để kích hoạt phản ứng hợp hạch hydro lỏng siêu nặng (thường xảy ra tại lõi các ngôi sao). Quá trình phức tạp này hẳn đã "nằm chết" trên những trang báo cáo quân sự tuyệt mật và không thể tới được các bệ phóng tên lửa nếu không có máy tính kỹ thuật số. Nhà sử học George Dyson tóm lược về lịch sử công nghệ của thập kỷ đó như sau: "Máy tính tạo ra bom hạt nhân, rồi bom hạt nhân lại 'nổ' ra máy tính".

Sau nhiều lần vật lộn bất thành nhằm tìm ra thiết kế phù hợp cho siêu vũ khí, các nhà khoa học lại tình cờ tìm được câu trả lời vào năm 1952. Cũng cùng năm đó, việc đảo Elugelab (thuộc quần đảo san hô Eniwetok) ở Thái Bình Dương bị xóa sổ trong một lần thử nghiệm loại siêu vũ khí ấy đã cho thấy rằng phương pháp Monte Carlo tuy "thô sơ" nhưng rất chuẩn. Tuy nhiên, những người chế tạo bom còn ấp ủ một thứ đáng sợ hơn cả siêu vũ khí nói trên.

Có hai cách sử dụng bom hạt nhân. Nếu chỉ muốn thấy người chết và nhà cửa bị san phẳng, một kẻ điên có thể dùng bom phân hạch một giai đoạn thông thường. Nó dễ chế tạo hơn và vụ nổ kinh hoàng sẽ thỏa mãn nhu cầu phô trương của hắn: những đợt sóng xung kích cực mạnh sẽ đánh sập các tòa nhà trong nháy mắt, thổi bay mọi người như "gió to quét sạch lá khô"; và những cơn sóng nhiệt nóng cả ngàn độ sẽ khiến nạn nhân bỏng nghiêm trọng. Nhưng nếu kiên nhẫn và quỷ quyệt hơn nữa, hắn sẽ kích nổ một quả "bom bẩn" coban-60 để bao phủ mặt đất bằng bụi phóng xạ.

Bom hạt nhân thông thường sát thương bằng nhiệt, còn bom bẩn sát thương bằng bức xạ gamma (còn nguy hiểm hơn cả tia X). Tia gamma là bức xạ năng lượng cao thuần túy. Chúng không chỉ khiến con người bị bỏng nặng mà còn khoét sâu tận xương tủy, làm xáo trộn các nhiễm sắc thể trong tế bào bạch cầu. Các tế bào có thể lập tức chết đi hoặc trở thành ung thư; hoặc tăng sinh không kiểm soát như người mắc bệnh khổng lồ *(gigantism)*, sau đó biến dạng tới mức mất khả năng chống nhiễm trùng. Mọi quả bom hạt nhân ít nhiều đều giải phóng bức xạ, nhưng cái mà bom bẩn giải phóng thì hoàn toàn chỉ là bức xạ mà thôi.

Nhưng ngay cả những căn bệnh trên cũng không phải là mục đích chính khi đặt ra các tiêu chuẩn để chế tạo loại bom này. Một nhà vật lý tị nạn từ châu Âu khác làm việc trong Dự án Manhattan là Leo Szilard (sau này rất ân hận vì ý tưởng về phản ứng hạt nhân dây chuyền tự duy trì vào khoảng năm 1933 của ông) tính – bằng trí tuệ và sự tỉnh táo của mình – rằng: nếu rải khoảng 1 g Co-60 trên mỗi kilomet vuông của Trái Đất thì lượng tia gamma sinh ra sẽ đủ để khiến loài người tuyệt diệt. Đây là phiên bản hạt nhân của đám mây bụi khổng lồ đã khiến khủng long tuyệt chủng. Thiết bị của ông gồm một đầu đạn nhiều giai đoạn, được lớp Co-59 bao quanh. Phản ứng phân hạch plutoni sẽ kích hoạt phản ứng hợp hạch hydro. Một khi chúng xảy ra, lớp coban và mọi thứ khác sẽ bị thổi bay. Nhưng trước đó, các nguyên tử Co-59 bền sẽ hấp thụ neutron từ quá trình phân hạch và hợp hạch (bước này được gọi là *salting*) để trở thành coban-60 không bền rồi rải bụi phóng xạ xuống mặt đất.

Rất nhiều nguyên tố phóng xạ phát ra tia gamma, nhưng coban là một thứ đặc biệt. Con người có thể tránh được tác hại của bom A thông thường nhờ nấp trong các hầm trú ẩn dưới lòng đất, vì bụi phóng xạ của chúng sẽ lập tức phát ra tia gamma và trở nên vô hại. Chỉ vài ngày sau vụ nổ năm 1945, Hiroshima và Nagasaki ít nhiều đã có thể ở được. Quá trình hấp thụ thêm neutron của các nguyên tố phóng xạ cũng giống như việc những tay bợm rượu nốc thêm vài chén vậy. Cùng lắm thì họ chỉ nằm bẹp vài ngày mà thôi. Mức phóng xạ không bao giờ tăng quá cao sau vụ nổ.

Bom coban nằm giữa những thái cực đó, trường hợp hiếm hoi mà điều tuyệt vời nhất lại chính là điều tệ hại nhất. Lượng lớn Co-60 sẽ lập tức phân rã và khiến ta phải di tản. Lượng còn lại sẽ lắng xuống đất như những bãi địa lôi nhỏ, và mức phóng xạ chỉ giảm đi một nửa sau khoảng mỗi 5 năm[1]. Vì tia gamma có mức năng lượng rất cao, nên việc đợi đến khi những ảnh hưởng của bom coban mất đi hay chịu đựng chúng là điều không thể. Sẽ mất cả đời người để đất phục hồi. Điều này khiến bom coban không thể trở thành vũ khí chiến tranh, bởi phe xâm lược cũng chẳng chiếm được lãnh thổ đó. Nhưng một kẻ điên cuồng sẽ chẳng bận tâm điều này.

1. Chu kỳ bán rã của Co-60 là 5,27 năm. (BTV)

Để bảo vệ mình trước công luận, Szilard ước gì bom coban của mình ("vũ khí tận thế" đầu tiên) sẽ không được chế tạo và chưa có quốc gia nào (theo như công chúng biết) thử nó. Trên thực tế, chính Szilard đã gợi lên viễn cảnh kinh hoàng của chiến tranh hạt nhân, và mọi người đều hiểu được hậu quả của nó. Trong phim *Tiến sĩ Strangelove*, Liên Xô có bom coban. Trước Szilard, vũ khí hạt nhân rất kinh khủng nhưng chưa tới mức tận thế. Sau lời đề nghị khiêm tốn của mình, Szilard hy vọng mọi người sẽ hiểu rõ hơn và từ bỏ vũ khí hạt nhân. Điều này khó mà xảy ra. Ngay sau khi cái tên đầy ám ảnh "prometi" được công nhận chính thức, Liên Xô đã sở hữu quả bom này. Chính phủ Mỹ và Liên Xô sớm chấp nhận học thuyết MAD[1] ít bảo đảm nhưng có cái tên nói lên tất cả: dù kết quả ra sao, cả hai bên đều thua trong chiến tranh hạt nhân. Nghe có vẻ ngu ngốc nhưng MAD đã ngăn con người triển khai vũ khí hạt nhân làm vũ khí chiến thuật. Thay vào đó, những căng thẳng quốc tế đã dồn vào Chiến tranh Lạnh – cuộc giằng co đã ảnh hưởng sâu rộng tới xã hội đến mức ngay cả bảng tuần hoàn nguyên sơ cũng không thể thoát khỏi.

[1]. MAD (Mutual Assured Destruction): đảm bảo hủy diệt lẫn nhau. Theo học thuyết này, chỉ cần một nước phóng tên lửa đạn đạo liên lục địa, họ sẽ bị những nước còn lại phóng toàn bộ kho tên lửa hạt nhân vào. (BTV)

Chương 7
Bảng tuần hoàn mở rộng, Chiến tranh Lạnh leo thang

97	98	101	102	103	9	28	106	105	107	108	110	112
Bk	Cf	Md	No	Lr	F	Ni	Sg	Db	Bh	Hs	Ds	Cn
(247)	(251)	(258)	(259)	(262)	18,998	58,693	(271)	(268)	(270)	(277)	(281)	(285)

Năm 1950, một thông báo kỳ lạ xuất hiện trên mục lá cải “Chuyện nhà nhà” của tờ *The New Yorker**:

Các nguyên tố mới hiện đang xuất hiện với tần suất đáng kinh ngạc (nếu không muốn nói là đáng báo động). Các nhà khoa học của Đại học California tại Berkeley đã phát hiện ra các nguyên tố 97, 98 và lần lượt đặt tên cho chúng là “berkeli” và “californi”... Những cái tên này cho thấy họ không phải là những người giỏi quảng bá bản thân... Các nhà khoa học bận rộn của California chắc chắn sẽ sớm tìm ra một hoặc hai nguyên tố khác, và trường đại học này... đã bỏ lỡ cơ hội lưu danh mãi mãi trong bảng tuần hoàn bằng một chuỗi các nguyên tố có tên: universiti (97), ofi (98), californi (99), berkeli (100).

Các nhà khoa học tại Berkeley do Glenn Seaborg và Albert Ghiorso đứng đầu đáp lại một cách “rất tỉnh và đẹp trai” rằng đây là một sự đề phòng sáng suốt, nhằm tránh “viễn cảnh đáng sợ rằng sau khi đặt tên nguyên tố 97 và 98 là ‘universiti’ và ‘ofi’ thì một gã New York nào đó sẽ tìm ra và đặt tên cho nguyên tố 99 và 100 là ‘newi’ và ‘yorki’ mất”.

Tờ *The New Yorker* trả lời: “chúng tôi đang nghiên cứu để tìm kiếm ‘newi’ và ‘yorki’ rồi. Tên là sẵn rồi đó”.

Đây là một lời đối đáp thú vị vào thời điểm mà trở thành một nhà khoa học tại Berkeley cũng thú vị không kém. Họ đã tạo ra những nguyên tố nhân tạo đầu tiên trong Hệ Mặt Trời kể từ khi vạn vật hình thành từ vụ nổ siêu tân tinh hàng tỷ năm về trước. Vụ nổ siêu tân tinh đó thậm chí cũng khó lòng sánh kịp những công trình này, vì họ đã tự tạo ra nhiều nguyên tố mới

ngoài 92 nguyên tố có sẵn trong tự nhiên. Không ai (nhất là những nhà khoa học này) ngờ được rằng tạo ra và đặt tên cho các nguyên tố hóa học lại sớm trở nên cay đắng đến thế. Đây quả thực là sân khấu mới cho Chiến tranh Lạnh.

Glenn Seaborg được cho là người có mục giới thiệu dài nhất từ trước đến nay trong bộ *Who's Who*. Ông là hiệu trưởng xuất sắc tại Berkeley, nhà hóa học đoạt giải Nobel, đồng sáng lập của giải đấu thể thao Pac-10, cố vấn cho các Tổng thống Kennedy, Johnson, Nixon, Carter, Reagan và Bush cha về năng lượng nguyên tử và cuộc chạy đua vũ trang hạt nhân, trưởng nhóm trong Dự án Manhattan..., nhưng phát minh khoa học lớn đầu tiên của ông (thứ đã đem đến cho ông những danh hiệu đó) lại xuất phát từ may mắn.

Năm 1940, Edwin McMillan (đồng nghiệp và bạn của Seaborg) đã giành một giải thưởng lâu đời nhờ tạo ra nguyên tố siêu urani đầu tiên: neptuni (ông đặt theo tên Sao Hải Vương, hành tinh được phát hiện ngay sau Sao Thiên Vương – nguồn gốc cái tên của urani). Khát khao nghiên cứu xa hơn, McMillan nhận ra nguyên tố 93 (neptuni) không bền và có thể phân rã thành nguyên tố 94 bằng cách "nhả" ra một electron. Ông sốt sắng tìm kiếm bằng chứng về nguyên tố 94 và luôn cập nhật cho Seaborg (một anh chàng 28 tuổi gầy gò sinh ra tại Michigan và lớn lên ở một cộng đồng người nhập cư nói tiếng Thụy Điển) về tiến độ công việc của mình. Họ thậm chí còn thảo luận về các kỹ thuật ngay trong khu tắm tráng của phòng tập thể hình.

Nhưng năm 1940 có nhiều việc hệ trọng hơn là các nguyên tố mới. Khi chính phủ Mỹ công khai tham chiến chống lại phe Trục trong Thế Chiến II, họ bắt đầu tuyển dụng những nhà khoa học xuất sắc (trong đó có McMillan) cho các dự án quân sự như radar. Không đủ nổi bật để được chọn, Seaborg một mình ở lại Berkeley với các thiết bị và kế hoạch thực hiện chi tiết của McMillan. Vì sợ rằng đây là cơ hội chỉ đến một lần, Seaborg và một đồng nghiệp vội làm thí nghiệm với một mẫu neptuni cực nhỏ. Sau khi neptuni phân rã, họ tiếp tục hòa tan hết lượng neptuni còn lại để loại bỏ chúng và thu được một lượng nhỏ của chất sản phẩm. Họ đã chứng minh rằng các nguyên tử của chất sản phẩm phải thuộc về nguyên tố thứ 94 khi dùng một hóa chất mạnh để tách đi từng electron hóa trị của nó,

cho đến khi nó đạt số oxy hóa +7 – cao hơn bất kỳ nguyên tố nào từng được biết đến. Nguyên tố thứ 94 đặc biệt ngay từ những giây phút đầu tiên. Lấy cảm hứng từ hành tinh xa nhất của Hệ Mặt Trời – cùng với niềm tin đây là nguyên tố nhân tạo cuối cùng – các nhà khoa học gọi nó là plutoni.

Đột nhiên trở thành một ngôi sao, Seaborg nhận được lệnh triệu tập đến Chicago và làm việc cho một nhánh của Dự án Manhattan vào năm 1942. Ông mang theo các sinh viên và kỹ thuật viên phụ tá đắc lực là Al Ghiorso. Ghiorso có tính cách ngược với Seaborg. Trong các bức ảnh, Seaborg luôn xuất hiện với bộ vest (ngay cả trong phòng thí nghiệm), còn Ghiorso có vẻ khó chịu ra mặt khi phải ăn mặc nghiêm chỉnh. Ông thoải mái hơn trong chiếc áo khoác len mỏng và áo sơ mi mở nút trên cùng. Ghiorso đeo kính dày, gọng đen và có mái tóc vuốt keo bóng mượt, mũi và cằm nhọn (hơi giống Nixon). Và cũng không giống Seaborg, Ghiorso khá ghét chính quyền (ông hẳn sẽ *ghét* việc bị so sánh với Nixon). Vì tính cách trẻ con, không muốn học cao học nên Ghiorso chỉ có bằng cử nhân. Ông theo Seaborg đến Chicago vì đã chán ngấy việc lắp ráp máy dò phóng xạ tại Berkeley. Nhưng việc đầu tiên mà Seaborg giao cho ông khi tới Chicago lại là... lắp ráp các máy dò.

Tuy nhiên hai người lại rất ăn ý. Trở về Berkeley sau chiến tranh (cả hai đều ngưỡng mộ ngôi trường này), họ bắt đầu sản xuất các nguyên tố nặng "với tần suất đáng kinh ngạc (nếu không muốn nói là đáng báo động)" giống như tờ *The New Yorker* đã viết. Nhiều cây bút khác đã so sánh các nhà hóa học tìm ra các nguyên tố mới từng khiến giới yêu khoa học thế kỷ 19 phải trầm trồ là những "thợ săn thú lớn". Nếu sự ví von có phần cường điệu đó là đúng, thì những "thợ săn nguyên tố lớn" kiệt xuất nhất – Ernest Hemingway và Theodore Roosevelt của bảng tuần hoàn[1] – chính là Ghiorso và Seaborg. Họ phát hiện ra nhiều nguyên tố hơn bất kỳ ai trong lịch sử và mở rộng bảng tuần hoàn thêm gần 1/6.

[1]*. Săn thú lớn (Big game hunting) là hoạt động săn những con thú lớn để lấy thịt và những sản phẩm có giá trị thương mại khác như sừng, lông, da, xương... Ernest Hemingway và Theodore Roosevelt là hai trong số những thợ săn thú lớn xuất sắc nhất. (BTV)*

Quá trình này bắt đầu vào năm 1946 khi Seaborg, Ghiorso và các nhà khoa học khác bắn phá plutoni (nguyên tố thứ 94) không bền bằng phóng xạ. Thay vì chùm neutron, lần này họ đã dùng hạt alpha (gồm hai proton và hai neutron). Là hạt tích điện bị các hạt mang điện trái dấu hút đi (giống như con thỏ sẽ chạy theo củ cà rốt ngay trước mắt nó vậy), hạt alpha gia tốc dễ dàng hơn neutron không mang điện. Thêm vào đó, khi hạt alpha bị hạt nhân plutoni hấp thụ, nhóm Berkeley đã có hai nguyên tố mới cùng lúc: nguyên tố thứ 96 và nguyên tố thứ 95 (do nguyên tố thứ 96 phân rã mà thành sau khi giải phóng ra một proton).

Là những người phát hiện đầu tiên, nhóm Seaborg-Ghiorso đã giành được quyền đặt tên cho chúng (truyền thống bất thành văn này nhanh chóng gây ra những lộn xộn về sau). Họ chọn “americi” theo tên nước Mỹ và “curi” theo tên Marie Curie. Khác hẳn sự cứng nhắc thường thấy, Seaborg không công bố các nguyên tố mới trên tạp chí khoa học mà trên chương trình radio *Quiz Kids* cho trẻ em. Seaborg nhận được câu hỏi từ một đứa nhóc ranh mãnh rằng ông có phát hiện thêm nguyên tố mới nào gần đây không. Seaborg đáp rằng thực ra là có và ông khuyến khích những đứa trẻ đang nghe chương trình này nói với giáo viên là hãy vứt bảng tuần hoàn cũ đi. Seaborg nhớ lại trong tự truyện: “Theo những lá thư mà sau này tôi nhận được từ các học sinh thì giáo viên của chúng cũng khá là phân vân.”

Tiếp tục dùng hạt alpha để bắn phá, nhóm Berkeley đã phát hiện ra berkeli và californi vào năm 1949 (như đã nói ở đầu chương này). Tự hào về những cái tên và hy vọng chúng được công nhận, họ gọi cho văn phòng thị trưởng Berkeley. Các viên chức vừa nghe vừa ngáp, cả thị trưởng lẫn nhân viên của ông ta đều không hiểu được sự vĩ đại của bảng tuần hoàn. Sự dửng dưng của thành phố khiến Ghiorso thất vọng. Trước thái độ lạnh nhạt của thị trưởng, ông ủng hộ việc đặt tên nguyên tố thứ 97 là berkeli với ký hiệu hóa học là Bm[1], do nó là một thứ “bốc mùi”. Ông hẳn rất thích thú khi nghĩ tới cảnh tượng mọi thiếu niên khắp nước Mỹ thấy Berkeley xuất hiện trên bảng tuần hoàn với ký hiệu “Bm” và bật cười. (Thật không may, ý tưởng này bị gạt bỏ và ký hiệu hóa học của berkeli trở thành Bk.)

[1]. “Bm” (Bowel movement), ngầm chỉ trung tiện và đại tiện. (BTV)

Không nản lòng trước phản ứng dửng dưng của thị trưởng, Đại học California không ngừng lấp đầy các ô còn trống và tạo thêm niềm vui công việc cho các nhà in bảng tuần hoàn (vốn luôn phải làm bảng mới để thay thế những phiên bản đã lỗi thời). Nhóm Berkeley phát hiện ra nguyên tố thứ 99 (einsteini) và 100 (fermi) trong san hô nhiễm phóng xạ sau vụ thử bom hydro ở Thái Bình Dương năm 1952. Nhưng đỉnh cao của họ là tạo ra nguyên tố thứ 101.

Do các nguyên tố có lượng proton càng lớn thì càng kém bền nên việc tạo ra các mẫu đủ lớn để bắn phá bằng hạt alpha đã gặp nhiều khó khăn. Nếu muốn thu được nguyên tố thứ 101, cần bắn phá plutoni trong ba năm liên tục mới có đủ einsteini (nguyên tố thứ 99) để làm nguyên liệu cho hạt alpha bắn phá. Và đó mới chỉ là quân domino đầu tiên. Trong mỗi nỗ lực tạo ra nguyên tố thứ 101, các nhà khoa học đã thoa những lớp einsteini cực mỏng lên lá vàng và bắn phá bằng hạt alpha. Sau khi bắn phá, lá vàng nhiễm xạ cần được hòa tan để tránh phóng xạ tàn dư gây nhiễu cho quá trình tìm nguyên tố mới. Với những nguyên tố mới trước nguyên tố thứ 101, họ sẽ đổ mẫu thí nghiệm vào các ống nghiệm để xem nó phản ứng với chất nào (tìm ra tính chất hóa học tương tự với các nguyên tố đã biết trên bảng tuần hoàn). Nhưng cách này không áp dụng được với nguyên tố thứ 101 vì không có đủ lượng mẫu. Do đó, nhóm phải xác định nó "từ cõi chết": xem xét những gì còn lại sau khi mỗi nguyên tử phân rã, giống như phục hồi nguyên trạng một chiếc xe đã phát nổ từ những mảnh vỡ vậy.

Việc đó là có thể, mỗi tội việc bắn phá bằng hạt alpha chỉ thực hiện được tại một phòng thí nghiệm, còn việc phát hiện lại chỉ thực hiện được tại phòng thí nghiệm khác cách xa hàng kilomet. Vì vậy, với mỗi lần chạy thử, tranh thủ lúc lá vàng đang tan, Ghiorso lập tức lái chiếc Volkswagen để chuyển mẫu đến tòa nhà kia. Nhóm nghiên cứu làm điều này vào giữa đêm, vì nếu bị kẹt xe, mẫu có thể phân rã ngay trong lòng Ghiorso và tất cả sẽ xôi hỏng bỏng không. Khi đến nơi, Ghiorso phóng lên cầu thang và mẫu được làm sạch nhanh trước khi đưa vào máy dò thế hệ mới nhất do chính ông lắp ráp. Giờ Ghiorso hết sức tự hào vì chúng, bởi đây là thiết bị chủ chốt trong phòng thí nghiệm nguyên tố nặng tinh vi nhất thế giới.

Nhóm nghiên cứu làm việc không ngừng, và nỗ lực của họ đã được đền đáp vào một đêm tháng 2 năm 1955. Ghiorso nối máy dò phóng xạ vào thiết bị báo cháy của tòa nhà, và cuối cùng chuông đã reo lên khi nó phát hiện ra một nguyên tử của nguyên tố thứ 101 vừa phân rã. Đêm đó, họ đã chứng kiến điều này xảy ra tổng cộng 17 lần. Mỗi lần chuông reo là một lần cả nhóm sung sướng reo hò. Họ đã nhậu một chầu tới bến để ăn mừng và chỉ về nhà lúc rạng sáng, khi tất cả đều đã say khướt. Nhưng Ghiorso đã quên không ngắt máy dò, khiến người trong tòa nhà bị một phen hoảng loạn khi một nguyên tử đến chậm của nguyên tố thứ 101 kích hoạt chuông báo cháy lần cuối vào sáng hôm sau.*

Vì thành phố quê hương, tiểu bang và đất nước họ đều đã được tôn vinh, nên nhóm Berkeley đề xuất gọi nguyên tố thứ 101 là "mendelevi" để vinh danh Dmitri Mendeleev. Về khoa học, đây là một việc không có gì phải suy nghĩ. Còn về ngoại giao, tôn vinh một nhà khoa học Nga giữa Chiến tranh Lạnh là việc táo bạo mà không nhiều người sẵn sàng làm (ít nhất là ở Mỹ, còn Tổng bí thư Khrushchev của Liên Xô nghe nói là rất thích điều này). Nhưng Seaborg, Ghiorso và những người khác muốn chứng minh rằng khoa học vượt lên trên những xung đột chính trị. Quyền lựa chọn là của họ và còn thời điểm nào ý nghĩa hơn lúc này chứ? Seaborg sớm đầu quân cho Tổng thống Kennedy và phòng thí nghiệm Berkeley tiếp tục phát triển ổn định dưới sự dẫn dắt của Al Ghiorso. Nó trở thành phòng thí nghiệm hạt nhân đứng đầu thế giới, những cơ sở khác chỉ còn một nhiệm vụ là kiểm tra các kết quả từ Berkeley. Có một lần duy nhất, một nhóm đến từ Thụy Điển tuyên bố tìm ra nguyên tố thứ 102 và cho rằng mình đã đánh bại Berkeley. Tuy nhiên, Berkeley nhanh chóng phủ nhận điều này và tiếp tục lưu danh sử sách bằng nguyên tố thứ 102: nobeli (theo tên Alfred Nobel – người phát minh ra thuốc nổ Dynamite và sáng lập giải Nobel), cùng nguyên tố thứ 103: lawrenci (theo tên Ernest Lawrence – người sáng lập và lãnh đạo phòng thí nghiệm Berkeley) vào đầu những năm 1960.

Rồi một sự kiện ngang tầm *Sputnik* được phóng lên quỹ đạo đã xảy ra vào năm 1964.

Một bộ phận người Nga có một truyền thuyết khai thiên lập địa như sau: ngày xửa ngày xưa, Chúa trời dạo bước trên Trái Đất, trong tay mang theo

tất cả khoáng vật để đảm bảo chúng được phân phối đều. Kế hoạch này hiệu quả trong một khoảng thời gian. Tantan ở một vùng, urani ở một nơi khác... Nhưng khi Chúa đến Siberi, khí hậu lạnh giá khiến tay Ngài tê cứng và đánh rơi toàn bộ số kim loại còn lại. Tay quá cóng và không thể nhặt lên, Ngài bực bội bỏ đi. Truyền thuyết này giải thích cho các kho khoáng sản khổng lồ như người Nga khoe.

Tuy khoáng sản trù phú nhưng chỉ có hai nguyên tố trên bảng tuần hoàn được phát hiện ở Nga: ruteni và samari. Số lượng đó quá nhỏ bé trước hàng tá nguyên tố được phát hiện ở Thụy Điển, Đức và Pháp. Ngoài Mendeleev, danh sách các nhà khoa học Nga vĩ đại cũng không kém phần ít ỏi (ít nhất là so với châu Âu). Vì nhiều lý do như chế độ Sa Hoàng chuyên chế, nền kinh tế nông nghiệp, số lượng trường học nghèo nàn, thời tiết khắc nghiệt… nên nước Nga không dung dưỡng đủ số lượng tài năng khoa học theo đúng khả năng của họ. Họ còn không thể hoàn thiện được các công nghệ cơ bản (chẳng hạn như bộ lịch). Tới đầu thế kỷ 20, Nga vẫn dùng bộ lịch sai lệch do các nhà chiêm tinh của Julius Caesar phát minh, khiến họ chậm hơn dương lịch của châu Âu gần hai tuần. Sự chậm trễ này giải thích tại sao Cách mạng tháng Mười đưa Vladimir Lenin và những người Bolshevik lên nắm quyền năm 1917 thực ra lại là tháng 11 theo dương lịch.

Cuộc cách mạng thành công một phần vì Lenin hứa đưa nước Nga thoát khỏi lạc hậu và Bộ Chính trị Liên Xô khẳng định các nhà khoa học sẽ có vị trí xứng đáng với những nỗ lực của họ. Những lời hứa này phần nào là đúng vì các nhà khoa học dưới thời của Lenin ít bị chính quyền can thiệp vào công việc. Một số nhà khoa học tầm cỡ thế giới đã xuất hiện và được nhà nước hỗ trợ. Hơn nữa, tiền hóa ra cũng là một động lực mạnh mẽ. Nhận thấy các đồng nghiệp Liên Xô được tài trợ tốt như thế nào, giới khoa học bên ngoài Liên Xô đã hy vọng và tin rằng cuối cùng một chính phủ hùng mạnh cũng nhận ra tầm quan trọng của những nhà khoa học. Ngay cả ở Mỹ, khi chủ nghĩa McCarthy phát triển mạnh vào đầu những năm 1950, các nhà khoa học vẫn đề cao khối Xô Viết vì sự hỗ trợ vật chất cho tiến bộ khoa học.

Trong thực tế, một số nhóm như Hội John Birch cực hữu (ra đời năm 1958) đã cho rằng người Liên Xô và khoa học của mình đã tỏ ra hơi "quá" thông minh. Hội này tỏ ra phẫn nộ trước việc cho florua (ion F-) vào nước máy để ngừa sâu răng. Ngoài muối iốt, nước bổ sung flo là một trong những biện pháp y tế công cộng rẻ và hữu hiệu nhất từng được ban hành. Lần đầu tiên trong lịch sử, nó giúp hầu hết người uống giữ được hàm răng của mình cho tới cuối đời. Nhưng với những người trong Hội Birch, việc bổ sung flo và các lớp giáo dục giới tính là "âm mưu cộng sản bẩn thỉu" để kiểm soát tâm trí người Mỹ, rằng các nhân viên xử lý nước và giáo viên môn sức khỏe địa phương đã bị Điện Kremlin mua chuộc. Giới khoa học Mỹ đã tỏ ra kinh hoàng trước sự dọa dẫm chống phá khoa học của Hội Bitch, và so với đó, lối ủng hộ khoa học khoa trương của Liên Xô quả là một thứ "khoái lạc".

Nhưng đó chỉ là vẻ bề ngoài. Từ năm 1929 trở đi, Joseph Stalin đã trở thành lãnh đạo tối cao của Liên Xô. Trong nhiều thập kỷ, chương trình nghiên cứu nông nghiệp của Liên Xô do "nhà khoa học chân đất" Trofim Lysenko điều hành. Lysenko phản đối ý tưởng rằng các sinh vật sống (gồm cả cây trồng) thừa hưởng các tính trạng và gen từ cha mẹ chúng. Ông cho rằng môi trường xã hội thích hợp mới là quan trọng (ngay cả đối với thực vật). Khi còn có thể, ông ta đã khiến ngành sinh học dựa trên gen trở nên "bất hợp pháp" và bắt bớ những kẻ bất phục. Theo một cách nào đó, học thuyết Lysenko thất bại trong việc tăng năng suất cây trồng và hàng triệu người buộc phải áp dụng học thuyết này đã chết đói. Một nhà di truyền học nổi tiếng người Anh mô tả Lysenko là người "mù tịt về các nguyên tắc cơ bản của di truyền học và sinh lý học thực vật… Nói chuyện với Lysenko giống như cố gắng giải thích phép vi phân cho một người còn không thuộc bảng cửu chương".

Hơn nữa, Stalin chẳng hề hối hận về những việc mình làm. Ông đã đưa nhiều nhà khoa học đến một công trường niken ở Norilsk (Siberi), nơi nhiệt độ thường xuyên xuống tới –63°C. Mặc dù là mỏ niken, Norilsk lúc nào cũng có mùi lưu huỳnh từ khói diesel và các nhà khoa học ở đó đã chiết xuất một số nguyên tố đọc hại: bao gồm cả asen, chì và cadimi. Ô nhiễm đầy rẫy đã làm vẩn đục cả bầu trời, tuyết chuyển hồng hoặc xanh tùy vào loại kim loại nặng đang được khai thác. Khi tất cả kim loại này đều được khai thác thì tuyết chuyển sang màu đen (ngày nay thỉnh thoảng vẫn

có). Cho đến ngày nay, chẳng cây cỏ nào có thể phát triển trong bán kính 50 km từ nhà máy luyện niken này.* Tương truyền, những người vô gia cư ở Norilsk thường làm bay hơi nước mưa và bán kim loại để đổi lấy tiền mặt. Liên Xô đã sử dụng gần như cả một thế hệ các nhà khoa học vào việc khai thác niken và các kim loại khác cho ngành công nghiệp.

Là một người theo chủ nghĩa thực dụng "tuyệt đối", Stalin cũng không tin tưởng vào các lĩnh vực khoa học "ma mị" và trái với thường lý như cơ học lượng tử và Thuyết Tương đối. Đến năm 1949, ông đã cân nhắc việc "thanh lý" các nhà vật lý bằng cách bác bỏ những lý thuyết này, và chỉ dừng lại khi một viên cố vấn dũng cảm chỉ ra rằng điều này có đôi chút bất lợi cho chương trình vũ khí hạt nhân của Liên Xô. Thêm nữa, không giống như với các ngành khoa học khác, trong thâm tâm Stalin không hề muốn thanh trừng các nhà vật lý. Vì ngành này có nhiều nội dung cần thiết cho hoạt động nghiên cứu vũ khí (hoạt động ưa thích của ông) và vẫn mang tư tưởng bất khả tri đối với câu hỏi về bản chất con người, nên các nhà vật lý dưới thời Stalin đã thoát được sự lạm dụng tồi tệ nhắm vào các nhà sinh vật học, tâm lý học và kinh tế học. "Hãy cứ để [giới vật lý] được yên ổn." Stalin lịch lãm mở đường. "Lúc nào xử lý họ chẳng được."

Tuy nhiên, việc làm của Stalin với giới vật lý vẫn còn một chiều kích khác. Ông đề cao sự trung thành và đây chính là phẩm chất của nhà khoa học hạt nhân Georgy Flyorov, người đặt nền móng cho chương trình vũ khí hạt nhân của Liên Xô. Trong bức ảnh nổi tiếng nhất của ông, Flyorov trông như một chú hề: hói đầu, hơi thừa cân, lông mày rậm và một chiếc cà vạt sọc xấu xí.

Vẻ ngoài đó che giấu đi sự khôn ngoan. Năm 1942, Flyorov nhận thấy các tạp chí khoa học đã ngừng xuất bản về chủ đề phân hạch urani, bất chấp những tiến bộ to lớn của các nhà khoa học Đức và Mỹ về chủ đề này trong thời gian đó. Ông kết luận rằng các nghiên cứu về phản ứng phân hạch đã trở thành bí mật quốc gia – nghĩa là chỉ có một khả năng duy nhất. Trong một bức thư giống như bức thư nổi tiếng của Einstein gửi cho Franklin Roosevelt (chính lá thư đó đã khởi đầu Dự án Manhattan), Flyorov đã cảnh báo Stalin về những nghi ngờ của mình. Stalin đã tập hợp các nhà vật lý và

bắt đầu dự án bom nguyên tử của Liên Xô. Nhưng ông đã bỏ qua Flyorov, đồng thời không bao giờ quên lòng trung thành của nhà khoa học này.

Nếu Flyorov giữ im lặng, hẳn mãi tới tháng 8 năm 1945 Stalin mới biết về bom hạt nhân. Trường hợp của Flyorov cũng gợi ra thêm một lời giải thích cho sự thiếu nhạy bén về khoa học: một thứ văn hóa nịnh bợ mà khoa học vốn ghét cay ghét đắng. (Một khoáng vật chứa samari – nguyên tố thứ 62 – đã đặt tên theo Vassili Samarsky- Bykhovets, một công chức khai mỏ bình thường và cũng là người vô danh nhất mà nguyên tố được lấy tên theo trên bảng tuần hoàn.)

Flyorov đã phải chứng kiến nhiều điều tồi tệ xảy ra với đồng nghiệp của mình, trong đó có 650 nhà khoa học làm việc tập trung cho Viện Hàn lâm Khoa học Quốc gia. Năm 1942 (khi mới 29 tuổi), với niềm đam mê khoa học và tài năng của mình, ông biết rằng chính trị là hy vọng tiến thân duy nhất. Và lá thư của ông đã tỏ ra hiệu quả. Năm 1957, giới chức Liên Xô đã giao cho Flyorov một phòng thí nghiệm riêng. Đó là cơ sở tại thành phố Dubna (cách Moscow 132 km), thoát khỏi sự can thiệp của nhà nước.

Ở Dubna, Flyorov đã sáng suốt tập trung vào nghiên cứu khoa học đặc thù với những chủ đề khó hiểu với người ngoại đạo và không gây khó chịu cho các nhà tư tưởng có suy nghĩ hẹp hòi. Đến thập niên 1960, nhờ phòng thí nghiệm Berkeley, việc tìm kiếm nguyên tố mới đã hoàn toàn lột xác. Trước đây, giới khoa học phải tự tay đào và xử lý quặng để xem trong đó có nguyên tố mới nào "tồn tại" hay không (chúng sẽ xuất hiện trên máy dò phóng xạ được nối với máy tính hoặc chuông báo cháy). Ngay cả việc bắn hạt alpha vào nguyên tố nặng để tạo ra nguyên tố mới cũng không còn thiết thực nữa, vì các nguyên tố nặng không tồn tại đủ lâu để làm bia bắn.

Thay vào đó, giới khoa học nghiên cứu sâu hơn và cố gắng hợp hạch các nguyên tố nhẹ hơn với nhau. Về lý thuyết, các dự án này chỉ đơn thuần là số học. Bạn có thể hợp hạch magie (12) với thori (90) hoặc vanadi (23) với vàng (79) để tạo ra nguyên tố thứ 102. Nhưng chỉ có vài phản ứng kiểu này thực sự hiệu quả, nên các nhà khoa học phải đầu tư rất nhiều thời gian tính toán để xác định cặp nguyên tố đáng để đầu tư tài chính và công sức. Flyorov cùng đồng nghiệp miệt mài nghiên cứu và sao chép các kỹ thuật

của phòng thí nghiệm Berkeley. Nhờ vào phần lớn công sức của ông, tới cuối những năm 1950, Liên Xô không còn là một nước đi sau trong vật lý nữa. Tuy Seaborg, Ghiorso và Berkeley đã đánh bại người Nga với các nguyên tố thứ 101, 102 và 103, nhưng vào năm 1964 – bảy năm sau khi các vệ tinh Sputnik được phóng lên – nhóm Dubna tuyên bố họ là người đầu tiên tạo ra nguyên tố thứ 104.

Trong khi đó, quê nhà của hai nguyên tố berkeli và californi đang ngập trong sân hận. Nhóm Berkeley đã kiểm tra các kết quả của Liên Xô, và không ngạc nhiên khi họ bác bỏ chúng vì sơ sài. Berkeley cũng bắt đầu chế tạo nguyên tố thứ 104, và nhóm Ghiorso (với sự cố vấn của Seaborg) đã thành công năm 1969. Nhưng nhóm Dubna đã tìm ra nguyên tố 105 cũng vào thời điểm đó. Berkeley lần nữa cạnh tranh để bắt kịp và cho rằng người Nga đang đọc sai dữ liệu của chính họ – một sự xúc phạm ghê gớm. Năm 1974, hai nhóm này chế tạo thành công nguyên tố thứ 106 chỉ cách nhau vài tháng. Cuộc cạnh tranh nảy lửa này đã khiến mọi sự nỗ lực hòa hợp quốc tế do mendelevi mang lại tan biến.

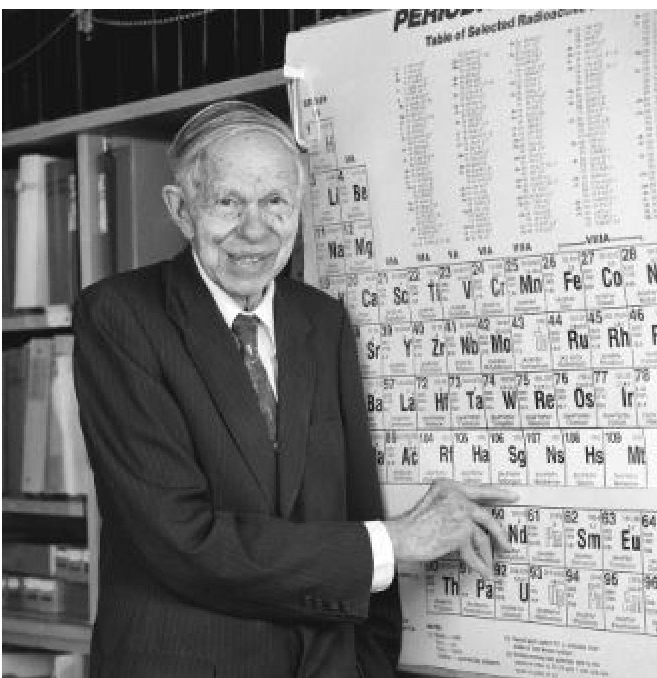
Để củng cố tuyên bố của mình, hai nhóm bắt đầu đặt tên cho các nguyên tố "của mình". Các danh sách tên đều rất tẻ nhạt, nhưng điều thú vị là nhóm Dubna đặt tên nguyên tố thứ 105 là "dubni" (tương tự trường hợp "berkeli"). Về phần mình, Berkeley gọi nguyên tố thứ 105 theo tên Otto Hahn. Và vì sự khăng khăng của Ghiorso, họ gọi nguyên tố thứ 106 theo tên Glenn Seaborg (lúc đó vẫn còn sống). Điều này không hẳn là "bất hợp pháp" nhưng bị coi là vụng về trong mắt người Mỹ. Những nguyên tố mang hai tên bắt đầu xuất hiện trên các tạp chí học thuật khắp thế giới, và các nhà in bảng tuần hoàn không biết làm sao với mớ hỗn độn này.

Chuyện này kéo dài đến tận những năm 1990. Và thật thú vị, một nhóm từ Tây Đức đã khiến mọi việc thêm rối rắm khi vượt mặt cả hai nhóm "đàn anh" từ Mỹ và Nga (vẫn đang mải mê cãi nhau) để công bố danh sách tên các nguyên tố của chính mình. Cuối cùng, Liên minh Quốc tế về Hóa học Thuần túy và Hóa học Ứng dụng (IUPAC) đã phải vào cuộc phân xử.

IUPAC cử chín nhà khoa học đến từng phòng thí nghiệm trong nhiều tuần để xem xét dữ liệu ban đầu của mỗi bên (bỏ qua những cáo buộc mà họ

nhắm vào nhau). Chín nhà khoa học cùng nhóm họp tại một tòa án trong suốt nhiều tuần. Cuối cùng, họ tuyên bố các bên sẽ phải bắt tay nhau và chia sẻ công trạng cho từng nguyên tố. Không ai hài lòng với giải pháp "bổ đôi" đó: mỗi nguyên tố chỉ được có một tên và ô trống trên bảng tuần hoàn chính là giải thưởng không gì sánh nổi.

Năm 1995, chín nhà khoa học khôn ngoan của IUPAC đã ngập ngừng công bố tên chính thức cho các nguyên tố từ 104 đến 109. Sự thỏa hiệp làm hài lòng Dubna và Darmstadt (trụ sở nghiên cứu của nhóm đến từ Tây Đức), nhưng nhóm Berkeley tức điên lên khi thấy "seaborgi" bị xóa khỏi danh sách. Họ mở một cuộc họp báo để đưa ra tuyên bố của mình với đại ý là: "Mặc xác các người, chúng tôi cứ dùng nó ở Mỹ đó". Một cơ quan hóa học quyền lực của Mỹ (nơi xuất bản các tạp chí uy tín mà các nhà hóa học khắp thế giới rất thích gửi bài) ủng hộ nhóm Berkeley. Điều này đã khiến tình thế xoay chuyển và chín nhà khoa học của IUPAC đã nhượng bộ. Danh sách cuối cùng (bất kể các bên có thích hay không) đưa ra năm 1996 được dùng chính thức tới ngày nay: rutherfordi (104), dubni (105), seaborgi (106), bohri (107), hassi (108) và meitneri (109). Sau chiến thắng, nhóm Berkeley (mà tờ *The New Yorker* từng coi là "không giỏi quảng bá bản thân") đã bố trí Seaborg già nua đứng cạnh bảng tuần hoàn khổng lồ để chụp ảnh với một ngón tay xương xẩu chỉ vào nguyên tố seaborgi. Trên khuôn mặt ông không còn tàn lưu dấu vết gì của cuộc tranh chấp kéo dài hơn cả Chiến tranh Lạnh bắt đầu 32 năm trước đó, mà chỉ còn một nụ cười viên mãn. Seaborg qua đời ba năm sau đó.



Sau nhiều thập kỷ tranh chấp với các nhà khoa học Liên Xô và Tây Đức, Glenn Seaborg tuy đã yếu hài lòng chỉ về nguyên tố thứ 106 mang tên mình: seaborgi. Vào thời điểm đó, đây là nguyên tố duy nhất được đặt theo tên một người còn sống. (Nguồn: Phòng thí nghiệm quốc gia Lawrence Berkeley, Mỹ)

Câu chuyện nào có thể kết thúc ở đây một cách gọn gàng như thế. Đến thập niên 1990, Phòng thí nghiệm Berkeley đã chững lại nên bị các đồng nghiệp Nga – và đặc biệt là Đức – bỏ lại phía sau. Nhanh tới mức đáng kinh ngạc (chỉ từ năm 1994 đến năm 1996), người Đức đã tìm ra nguyên tố thứ 110: darmstadti (Ds, theo tên nơi đặt trụ sở của nhóm nghiên cứu); nguyên tố thứ 111: roentgeni (Rg, theo tên nhà khoa học vĩ đại người Đức Wilhelm Röntgen). Và nguyên tố mới nhất[1] được đưa vào bảng tuần hoàn vào tháng 6 năm 2009 cũng là tác phẩm của họ. Đó là nguyên tố thứ 112: copernici (Cn).* Thành công của Đức đã giải thích tại sao nhóm Berkeley lại kiên quyết bảo vệ quan điểm của mình chỉ để có được chút hào quang từ quá khứ: dường như họ đã liệu trước được tương lai không mấy "khá khẩm" của mình. Dù sao đi nữa, nhóm Berkeley vẫn không cam tâm bị lu mờ. Năm 1996, họ tung ra một đòn chí mạng với việc lôi kéo Victor Ninov – chàng trai trẻ người Bungari đã góp công tìm ra nguyên tố thứ 110 và 112

– từ tay người Đức để tái thiết lại Berkeley. Thậm chí Nino còn thuyết phục Al Ghiorso đừng nghỉ hưu vội (Ghiorso thường nói: “Ninov cũng ‘siêu’ như tôi hồi trẻ vậy.”) và tình hình ở Berkeley sớm lạc quan trở lại.

[1]. “Mới nhất” ở đây là tính theo thời điểm cuốn sách này được viết: năm 2011. Nguyên tố thứ 112 được tạo ra lần đầu tiên vào năm 1996, nhưng tới tháng 6/2009 thì nó mới được xác định chắc chắn là sẽ có chỗ trên bảng tuần hoàn. Ngày 14/7/2009, nhóm nghiên cứu người Đức mới đề xuất cái tên “copernici” cho nó. Cái tên này được IUPAC công nhận chính thức vào ngày 19/2/2010, nhân kỉ niệm 537 năm ngày sinh Nicolaus Copernicus. (BTV)

Để đánh dấu sự trở lại hoành tráng, năm 1999, nhóm Ninov theo đuổi một thí nghiệm gây tranh cãi do một nhà vật lý lý thuyết người Ba Lan đề xuất: hợp hạch krypton (36) với chì (82) có khả năng tạo ra nguyên tố thứ 118. Nhiều người cho rằng tính toán này là nhảm nhí, nhưng Ninov – đang hừng hực quyết tâm chinh phục nước Mỹ như từng làm với Đức – đã thúc đẩy việc tiến hành thí nghiệm. Tạo ra nguyên tố mới vào lúc bấy giờ là một việc làm cực kỳ tốn kém và dài hơi nên không thể liều lĩnh đánh cược, nhưng thí nghiệm với krypton đã thành công một cách kỳ diệu. Các nhà khoa học đùa rằng “Victor chắc đã trực tiếp thỉnh cầu với Chúa”. Chưa hết, nguyên tố thứ 118 lập tức phân rã và phát ra một hạt alpha để trở thành nguyên tố thứ 116 – một điều cũng chưa từng xảy ra trước đó. Berkeley đã tạo ra hai nguyên tố mới cùng lúc chỉ với một thí nghiệm! Ở Berkeley, người ta truyền tai nhau rằng nhóm sẽ vinh danh Al Ghiorso bằng chính nguyên tố thứ 118: “ghiorsi”.

Ngoại trừ một việc. Khi người Nga và người Đức cố gắng lặp lại các thí nghiệm của Berkeley để kiểm chứng, họ không thể thấy nguyên tố 118 mà chỉ có krypton và chì. Kết quả này khiến nhóm Berkeley khó chịu nên một số thành viên của nhóm đã tự thử nghiệm lại. Nhưng sau nhiều tháng kiểm tra, họ vẫn chẳng tìm được gì. Không thể hiểu được chuyện này, ban lãnh đạo của Phòng thí nghiệm Berkeley đã vào cuộc. Sau khi lục tung các tệp dữ liệu gốc về nguyên tố thứ 118, tất cả mới ngã ngửa: chẳng có số liệu nào cả. Từ đầu vốn không hề có bằng chứng nào về nguyên tố 118, nó chỉ “bất thần nhảy ra” từ đống nhiễu loạn 1 và 0 ở vòng phân tích dữ liệu cuối.

Không còn nghi ngờ gì nữa, Victor Ninov – người đã điều khiển các máy dò bức xạ cực kỳ quan trọng và phần mềm máy tính điều khiển chúng – đã làm giả số liệu. Đó là nguy cơ không thể lường trước của cách tiếp cận đặc thù này: khi các nguyên tố chỉ tồn tại trên máy tính, người nắm quyền điều khiển máy tính sẽ dễ dàng đánh lừa cả thế giới.

Bị mất mặt, Phòng thí nghiệm Berkeley đành rút lại tuyên bố về nguyên tố thứ 118. Ninov bị sa thải, còn Berkeley bị cắt giảm ngân sách đáng kể và suy yếu. Đến tận ngày nay, Ninov vẫn không thừa nhận rằng mình đã giả mạo dữ liệu, dù chính Trung tâm nghiên cứu ion nặng ở Darmstadt, Đức mà Ninov từng làm việc cũng rút lại một số (dù không phải là tất cả) các phát hiện của ông sau khi họ xem lại dữ liệu cũ. Các nhà khoa học Mỹ từ đó buộc phải tới Dubna để nghiên cứu các nguyên tố nặng. Và chính ở đó, một nhóm nghiên cứu quốc tế tuyên bố rằng họ đã tìm ra nguyên tố thứ 118 vào năm 2006. Sau khi bắn 10 tỷ tỷ nguyên tử canxi vào bia làm bằng (ặc!) californi, họ đã tạo ra được ba nguyên tử của nguyên tố 118. Tất nhiên quyền đặt tên cho nguyên tố 118 vẫn đang bị tranh chấp. Nhưng nếu cái tên được công nhận – và cũng chẳng có lý do gì để không công nhận – thì khám phá này sẽ xóa sạch mọi cơ hội xuất hiện trên bảng tuần hoàn của "ghiorsi". Quyền đặt tên đang nằm trong tay người Nga vì nó được tìm thấy trong phòng thí nghiệm của họ. Và họ đang cân nhắc cái tên "flyori"[1].

[1]. Ngày 28/11/2016, IUPAC chính thức đặt tên nguyên tố 118 là Oganesson, ký hiệu hóa học Og. Cái tên này nhằm vinh danh nhà vật lý hạt nhân người Nga Yuri Oganessian. (BTV)

PHẦN III
HỖN ĐỘN TUẦN HOÀN: KHỞI ĐẦU CỦA SỰ PHỨC TẠP

Chương 8
Từ vật lý đến sinh học



Glenn Seaborg và Al Ghiorso đã đưa việc săn lùng các nguyên tố chưa biết lên một cấp độ mới tinh vi hơn. Nhưng không phải chỉ mình họ ghi dấu vào những vùng đất mới trên bảng tuần hoàn. Trên thực tế, khi tạp chí *Time* trao danh hiệu "Nhân vật của năm" cho 15 nhà khoa học Mỹ vào năm 1960, họ không chọn Seaborg hay Ghiorso để vinh danh, mà là "nghệ nhân nguyên tố" vĩ đại nhất của thời đại trước. Ông là người tìm ra nguyên tố khó nắm bắt nhất trên bảng tuần hoàn khi mà Seaborg còn đang học sau đại học: Emilio Segrè.

Để thể hiện sự tân tiến, người ta đã thiết kế bìa của cuốn tạp chí với một hạt nhân nguyên tử nhỏ màu đỏ bị "bao vây" bởi 15 tấm chân dung khô cứng và nghiêm trang giống như ảnh của các giáo viên đã từng khiến ta bật cười khúc khích khi lật xem cuốn kỷ yếu của trường. Đội hình này gồm các nhà di truyền học, thiên văn học, nghiên cứu ung thư, tiên phong về laser và còn có cả William Shockley. Nhà khoa học transistor kiêm ưu sinh học tương lai xấu tính này diễn giải về thuyết thượng đẳng chủng tộc của mình ngay trong số báo ấy. Dù giống như ảnh kỷ yếu, nhưng đó lại là những tên tuổi lừng lẫy mà *Time* bầu chọn nhằm phản ánh sự vượt trội của nền khoa học Mỹ. Tới năm 1940 (bốn thập kỷ đầu tiên của giải Nobel), giới khoa học Mỹ đã giành 15 giải. Trong hai thập kỷ sau đó, họ có được 42 giải.*

Ở tuổi 55, Segrè là một trong những "lão làng" của 15 nhà khoa học được vinh danh. Ông là người Do Thái nhập cư, và điều này phản ánh tầm quan trọng của cộng đồng tị nạn trong Thế Chiến II đối với sự thống trị khoa học bất ngờ của Mỹ. Ông xuất hiện ở phía trên bên trái của một nhà khoa học thậm chí còn lớn tuổi hơn nữa: Linus Pauling (59 tuổi) ở giữa hàng dưới cùng. Họ đã góp phần cải biến bảng tuần hoàn; đã trò chuyện, trao đổi

thư từ về các mối quan tâm chung dù không phải bạn bè thân thiết. Segrè từng viết cho Pauling để xin lời khuyên về các thí nghiệm với đồng vị phóng xạ của beri. Pauling sau đó đã hỏi Segrè về tên dự kiến của nguyên tố thứ 87 (franci) mà Segrè là một trong những người góp công tìm ra, và muốn đề cập đến nó trong một bài viết về bảng tuần hoàn trong *Encyclopaedia Britannica*.

Họ có lẽ đã dễ dàng – và lẽ ra đã – trở thành đồng nghiệp. Năm 1922, Pauling còn là một sinh viên chuyên ngành hóa học mới tốt nghiệp nổi tiếng ở Oregon. Ông đã viết thư cho Gilbert Lewis (nhà hóa học lừng danh nhưng chưa từng đoạt giải Nobel được nhắc tới ở chương 1) ở Đại học California tại Berkeley để hỏi về khóa học sau đại học ở đó. Kỳ lạ thay, Lewis không buồn trả lời; vậy nên Pauling đã đăng ký vào Viện Công nghệ California (CalTech), nơi ông trở thành một sinh viên và giảng viên cho đến năm 1981. Mãi về sau trường Berkeley mới nhận ra họ đã làm thất lạc lá thư của Pauling. Nếu nhận được thư, chắc chắn Lewis đã nhận Pauling và sẽ "ràng buộc" Pauling với Berkeley suốt đời, đúng như chính sách giữ các sinh viên hàng đầu ở lại làm giảng viên của ông.

Nếu câu chuyện đi theo hướng này, Segrè hẳn đã gặp được Pauling ở đó. Năm 1938, Segrè từ châu Âu tới Mỹ tị nạn sau khi Benito Mussolini cúi đầu trước Hitler và sa thải tất cả giáo sư Do Thái ở Ý. Họa vô đơn chí, việc bổ nhiệm Segrè tại Berkeley cũng không kém phần hổ thẹn. Đúng vào lúc mất việc ở Ý, Segrè đang nghỉ phép để nghiên cứu tại Phòng thí nghiệm bức xạ Berkeley, người anh em nổi tiếng của khoa hóa học. Đột nhiên lâm vào cảnh tiến thoái lưỡng nan là vô gia cư và không có thu nhập, Segrè đã phải năn nỉ người lãnh đạo của Phòng thí nghiệm bức xạ Berkeley để xin một công việc toàn thời gian. Người đó đáp ứng, nhưng tất nhiên là mức lương cho Segrè phải thấp hơn. Ông ta dự đoán đúng rằng Segrè không còn lựa chọn nào khác và ép ông phải chấp nhận cắt giảm hơn 60% lương (từ 300 đô la Mỹ xuống còn 116 đô la Mỹ một tháng). Segrè cúi đầu chấp nhận rồi gửi cho gia đình ở Ý, không biết phải lo cho họ như thế nào.

Bất chấp việc bị coi rẻ, chỉ sau vài thập kỷ, Segrè và Pauling (đặc biệt là Pauling) đã trở thành huyền thoại trong lĩnh vực của mình. Ngày nay, họ vẫn là hai trong số những nhà khoa học vĩ đại nhất mà hầu hết công chúng

chưa từng nghe nói đến. Giữa họ có một mối liên kết lớn mà Time đã không đề cập đến: Pauling và Segrè sẽ mãi mãi bị gắn kết trong nỗi ô nhục vì đã phạm phải hai sai lầm lớn nhất trong lịch sử khoa học.

Thực ra, những sai lầm trong khoa học không phải lúc nào cũng dẫn đến kết quả tồi tệ. Cao su lưu hóa, teflon và penicillin đều ra đời từ những sai sót. Camillo Golgi phát hiện ra kỹ thuật nhuộm osimi giúp nhìn thấy các chi tiết của các neuron sau khi làm đổ nguyên tố đó lên mô não. Học giả và nhà hóa học sơ khai thế kỷ 16 Paracelsus cho rằng thủy ngân, muối và lưu huỳnh là những nguyên tử cơ bản của vũ trụ; và dù hoàn toàn sai lầm thì nó cũng đã kéo các nhà giả kim ra khỏi cuộc tìm kiếm vàng mù quáng để bắt đầu với hóa học thực sự. Sự vụng về ngẫu nhiên cũng như những nhận định sai lầm đã thúc đẩy khoa học tiến bộ trong suốt chiều dài lịch sử.

Nhưng sai lầm của Pauling và Segrè không nằm trong số đó. Chúng là những sai lầm cần phải giấu giếm. Phải nói đỡ rằng hai người đã tiến hành các dự án vô cùng phức tạp. Tuy lấy tính chất hóa học của các nguyên tử đơn lẻ làm cơ sở, nhưng các dự án này lại "nhảy cóc" sang việc giải thích tính chất của các hệ nguyên tử. Dĩ nhiên họ sẽ tránh được sai lầm nếu nghiên cứu cẩn thận hơn với chính bảng tuần hoàn mà mình đã góp phần làm sáng tỏ.

* * *

Nói về sai lầm thì không nguyên tố nào được phát hiện "lần đầu tiên" nhiều hơn là nguyên tố thứ 43. Nó là "quái vật Loch Ness" của bảng tuần hoàn.

Năm 1828, một nhà hóa học người Đức tuyên bố phát hiện ra nguyên tố mới "polini" và "plurani", và cho rằng một trong hai là nguyên tố thứ 43. Cả hai hóa ra lại là iridi không tinh khiết. Năm 1846, một người Đức khác phát hiện ra "ilmeni" (thực ra là niobi). Một năm sau, một người khác phát hiện ra "pelopi" (vẫn là niobi). Các môn đồ của nguyên tố thứ 43 cuối cùng cũng nhận được tin tốt vào năm 1869, khi Mendeleev xây dựng bảng tuần hoàn của mình và để lại một ô trống trêu ngươi giữa nguyên tố 42 và 44. Dù có giá trị khoa học rất lớn nhưng công trình này của Mendeleev lại

khuyến khích rất nhiều ý tưởng sai lầm, vì nó thuyết phục mọi người tìm kiếm thứ mà họ muốn thấy. Tám năm sau, một người Nga đồng hương với ông đã điền "davyi" vào ô thứ 43 trên bảng tuần hoàn, dù nó nặng hơn dự đoán tới 50% và sau đó được xác định là hỗn hợp của ba nguyên tố. Nguyên tố cuối cùng của thế kỷ 19 là "luci" (được phát hiện năm 1896) cũng bị loại bỏ vì đó là thực ra là ytri.

Thế kỷ 20 còn tàn khốc hơn nữa. Năm 1909, Masataka Ogawa phát hiện ra "nipponi" và đặt theo tên đất nước mình ("Nippon" nghĩa là "Nhật Bản" trong tiếng Nhật). Tất cả các nguyên tố 43 được phát hiện sai trước đó đều là mẫu nhiễm tạp chất hoặc nguyên tố vi lượng được phát hiện trước đó. Ogawa đã thực sự phát hiện ra một nguyên tố mới, dù nó không phải là nguyên tố mà ông tuyên bố. Vì vội vã muốn có được nguyên tố thứ 43 mà ông đã bỏ qua những ô trống khác trong bảng tuần hoàn, rồi phải muối mặt rút lại kết quả khi không có ai chứng thực được. Đến năm 2004, một người đồng hương kiểm tra lại dữ liệu của Ogawa và xác nhận ông đã phân lập được nguyên tố thứ 75: reni (reni chưa được phát hiện vào thời điểm mà Ogawa đưa ra tuyên bố của mình) mà không hề hay biết. Ogawa dưới suối vàng có biết hẳn sẽ mãn nguyện khi biết mình thực sự đã phát hiện ra một nguyên tố mới, hoặc sẽ còn đau khổ hơn về sai lầm của bản thân. Điều này tùy vào cách nhìn nhận của mỗi người, giống như câu chuyện về cốc nước đầy một nửa hay vơi một nửa vậy.

Nguyên tố thứ 75 được phát hiện chính thức vào năm 1925 bởi ba nhà hóa học người Đức là Otto Berg cùng cặp vợ chồng Walter và Ida Noddack. Họ đặt tên cho nguyên tố này là "reni" theo tên sông Rhine. Họ cũng đồng thời tuyên bố tìm ra nguyên tố thứ 43 và đặt tên là "masuri" theo tên một vùng đất của Phổ. Vì chính chủ nghĩa dân tộc của Đức đã hủy diệt châu Âu một thập kỷ trước đó, nên các nhà khoa học của những quốc gia khác không mấy hài lòng với những cái tên sặc mùi Đức và còn mang vẻ hiếu chiến này (sông Rhine và Masuria đều là nơi Đức đã chiến thắng trong Thế Chiến I). Các nước châu Âu khác đã cùng lên kế hoạch để hạ uy tín của Đức. Dữ liệu về nguyên tố reni khá chắc chắn, nên họ đã chuyển hướng tập trung mổ xẻ công trình kém rõ ràng hơn về "masuri". Theo một số học giả hiện đại, có thể ba nhà khoa học người Đức này đã thực sự phát hiện ra nguyên tố thứ 43, nhưng bài báo của họ lại phạm phải những sai lầm cẩu

thả (như phóng bút quá tay lượng “masuri” mà họ phân lập được hàng ngàn lần so với thực tế). Vốn sẵn nghi ngờ về việc tìm ra nguyên tố thứ 43 nên các nhà khoa học đã phủ nhận kết quả này.

Mãi đến năm 1937, hai nhà khoa học người Ý mới phân lập được nguyên tố này. Để làm như vậy, Emilio Segrè và Carlo Perrier đã tận dụng các nghiên cứu mới trong vật lý hạt nhân. Nguyên nhân khiến nguyên tố thứ 43 khó tìm là do hầu hết nguyên tử của nó trong vỏ Trái Đất đã phân rã thành molypden (nguyên tố thứ 42) từ hàng triệu năm trước. Do đó, thay vì sàng lọc hàng tấn quặng để có được vài microgram kiểu nghiệp dư như Berg và vợ chồng Noddack đã làm, hai người Ý này đã tận dụng phát minh của một người đồng nghiệp Mỹ (nguyên tố thứ 43 đã xuất hiện trong thiết bị này từ trước, nhưng chủ nhân của nó lúc đó lại không hề hay biết).

Vài năm trước đó, người Mỹ ấy – Ernest Lawrence (từng gọi tuyên bố của Berg và vợ chồng Noddack về nguyên tố thứ 43 là “ảo tưởng”) – đã phát minh ra máy gia tốc Cyclotron để sản xuất hàng loạt nguyên tố phóng xạ. Lawrence hứng thú với việc tạo ra đồng vị của các nguyên tố đã biết hơn là tạo ra nguyên tố mới. Khi tình cờ đến thăm phòng thí nghiệm của ông ở Mỹ năm 1937 và nghe nói Cyclotron sử dụng các bộ phận bằng molypden có thể thay thế – nguyên nhân khiến máy đếm Geiger của Lawrence kêu inh ỏi – Segrè ý nhị đề nghị được xem chúng và Lawrence vui vẻ đồng ý. Vài tuần sau, một số thanh molypden đã qua sử dụng được Lawrence cho vào phong bì gửi đến Ý đúng như yêu cầu của Segrè. Linh cảm của Segrè đã đúng: ông và Perrier tìm thấy dấu vết của nguyên tố thứ 43 trên những thanh này. Họ đã lấp đầy được ô trống khó chịu nhất trên bảng tuần hoàn.

Đương nhiên bộ ba nhà hóa học Đức không chịu từ bỏ tuyên bố của họ với nguyên tố “masuri”. Walter Noddack thậm chí còn tự mình đến văn phòng của Segrè tại Ý trong bộ quân phục “giả cầy” với các chữ thập ngoặc đầy hăm dọa để cãi nhau tay đôi với ông. Điều này không tạo được chút hảo cảm nào với Segrè thấp bé và thất thường, vốn cũng đang phải đối mặt với một áp lực khác. Giới chức Đại học Palermo (nơi Segrè làm việc) thúc ép ông đặt tên cho nguyên tố mới là “panormi” theo tên tiếng Latin của Palermo. Có lẽ vì muốn tránh sự tranh cãi về chủ nghĩa dân tộc như với “masuri”, Segrè và Perrier đã chọn cái tên “tecneti” – tiếng Hy Lạp nghĩa là

“nhân tạo”. Đây là một cái tên rất phù hợp (dù không thú vị) vì tecneti là nguyên tố nhân tạo đầu tiên, nhưng nó lại không thể giúp Segrè trở nên nổi tiếng. Vào năm 1938, ông đã xin nghỉ phép để sang Mỹ nghiên cứu tại Phòng thí nghiệm bức xạ Berkeley dưới quyền Lawrence.

Không có bằng chứng nào cho thấy Lawrence có ác cảm với Segrè vì những thanh molypden, nhưng chính ông là người đã ép Segrè phải chấp nhận cắt giảm lương vào cuối năm đó (đã được nói tới ở trên). Lawrence đã tiết lộ – mà không hề để tâm đến cảm xúc của nhà khoa học Ý – rằng ông vui thế nào khi tiết kiệm được 184 đô la Mỹ mỗi tháng để chi tiêu cho thiết bị (như cho Cyclotron quý giá của mình). Đây là bằng chứng cho thấy Lawrence mặc dù rất giỏi trong việc đảm bảo kinh phí và chỉ đạo nghiên cứu, nhưng lại không được lòng người. Mỗi khi Lawrence tuyển được một nhà khoa học lỗi lạc thì phong thái độc đoán của ông lại khiến một người khác phải ra đi. Ngay cả người ủng hộ ông là Glenn Seaborg cũng từng nói rằng phòng thí nghiệm phóng xạ nổi tiếng thế giới và khiến được nhiều người ganh tỵ của Lawrence đáng lẽ phải phát hiện ra nguyên tố phóng xạ nhân tạo và phản ứng phân hạch hạt nhân (những khám phá khoa học quan trọng nhất thời bấy giờ) chứ không phải những người châu Âu. Seaborg tiếc nuối cho rằng để lỡ cả hai thành tựu trên là “một thất bại đầy tai tiếng”.

Tuy nhiên, Segrè hẳn sẽ đồng cảm với Lawrence về vấn đề này. Segrè từng là trợ lý hàng đầu của nhà vật lý huyền thoại người Ý Enrico Fermi vào năm 1934 khi Fermi tuyên bố rằng mình đã phát hiện ra nguyên tố thứ 93 và các nguyên tố siêu urani khác (nhận định này sau đó hóa ra là sai) khi bắn phá urani bằng neutron. Fermi từ lâu đã nổi tiếng là người có trực giác khoa học nhạy bén nhất, nhưng lần này nó đã đánh lừa ông. Trên thực tế, khám phá mà Fermi bỏ lỡ còn lớn hơn nhiều so với các nguyên tố siêu urani: ông đã tạo ra phản ứng phân hạch urani trước bất kỳ ai nhưng lại không nhận ra điều đó. Khi hai nhà khoa học Đức bác bỏ các kết quả của Fermi vào năm 1939, toàn bộ phòng thí nghiệm của ông đều choáng váng (vì chính phát hiện này mang lại cho ông giải Nobel Vật lý năm 1938). Segrè vô cùng thất vọng vì chính nhóm của ông đã chịu trách nhiệm phân tích và xác định các nguyên tố mới. Tồi tệ hơn nữa, ông (cùng những người khác) chợt nhớ lại đã từng đọc một bài báo về tính khả thi của phản

ứng phân hạch vào năm 1934 và bác bỏ nó như một điều vớ vẩn và vô căn cứ. Đó là bài báo của Ida Noddack – người may mắn nhất trong những người may mắn.[*]

Segrè – sau này trở thành một sử gia khoa học nổi tiếng (và cũng vô tình trở thành người săn lùng nấm hoang dã nổi tiếng) – viết về sai lầm này trong hai cuốn sách hết sức ngắn gọn như sau: "Phản ứng phân hạch... đã chạy thoát khỏi chúng tôi, dù Ida Noddack đã rất cố gắng khiến chúng tôi chú ý đến nó khi gửi tới một bài báo rất tường tận về tính khả thi của phản ứng phân hạch... Thật khó hiểu cho sự mù quáng của chúng tôi."[*] (Ông cũng có thể chỉ ra sự tình cờ: hai người tiến gần phản ứng phân hạch nhất là Noddack và Irène Joliot-Curie – con gái Marie Curie – cùng người thực sự đã khám phá ra nó, Lise Meitner, đều là phụ nữ.)

Thật không may, bản thân Segrè cũng đã học được bài học về sự vắng mặt của các nguyên tố siêu urani theo đúng nghĩa đen và ông sớm thất bại trong vụ bê bối của riêng mình. Khoảng năm 1940, các nhà khoa học cho rằng các nguyên tố ngay trước và sau urani là kim loại chuyển tiếp. Theo tính toán, nguyên tố thứ 90 sẽ nằm ở cột thứ tư và nguyên tố thứ 93 (nguyên tố đầu tiên không xuất hiện trong tự nhiên) sẽ ở cột thứ bảy, bên dưới tecneti. Nhưng đúng như bảng tuần hoàn hiện đại cho thấy, các nguyên tố nằm gần urani không phải là kim loại chuyển tiếp; mà chúng nằm dưới nguyên tố đất hiếm ở dưới phần chính của bảng tuần hoàn, tính chất hóa học cũng giống nguyên tố đất hiếm chứ không giống tecneti. Lý do cho sự mù mờ của các nhà hóa học hồi đó đã rõ. Bất chấp sự sùng kính dành cho bảng tuần hoàn, họ đã không thực sự nghiêm túc khi cân nhắc về tính tuần hoàn của các nguyên tố. Với họ, nguyên tố đất hiếm là những ngoại lệ kỳ lạ (với tính chất hóa học cũng kỳ lạ không kém) sẽ không bao giờ lặp lại. Nhưng nó đã thực sự lặp lại: urani và những nguyên tố cùng hàng cũng giấu electron ở lớp f tương tự như đất hiếm. Do đó, chúng phải nhảy khỏi bảng tuần hoàn tại cùng một điểm và hoạt động hóa học giống các nguyên tố đất hiếm[1]. Vấn đề hết sức đơn giản, ít nhất là khi nhìn lại từ góc nhìn hiện nay. Một năm sau khi phát hiện kinh thiên động địa về phản ứng phân hạch được biết đến, một đồng nghiệp của Segrè quyết định thử lại để tìm nguyên tố thứ 93 nên đã bắn phá một số mẫu urani trong Cyclotron. Tin rằng nguyên tố mới này sẽ hoạt động hóa học giống như tecneti (vì những

lý do đã nêu ra ở trên), ông đã nhờ Segrè giúp (vì Segrè đã phát hiện ra tecneti và hiểu rõ tính chất hóa học của nó hơn bất kỳ ai). Vốn là một “thợ săn nguyên tố” nhiệt thành, Segrè đã tiến hành thí nghiệm với các mẫu. Giống như người sếp Fermi nhanh nhạy, ông tuyên bố rằng các nguyên tố này hoạt động hóa học như nguyên tố đất hiếm, chứ không phải là những nguyên tố nặng hơn và gần gũi với tecneti về mặt hóa học. Segrè tuyên bố: Lại thêm sự phân hạch hạt nhân buồn tẻ, và viết vội một bài báo với tiêu đề ngán ngẩm “Đi tìm nguyên tố siêu urani bất thành”.

[1]*. Nguyên tố đất hiếm gồm họ lantan cùng scandi và ytri. Các nguyên tố trước và sau urani thuộc họ actini. Trừ scandi và ytri, hai họ này đều nằm dưới đáy bảng tuần hoàn. (BTV)*

Segrè bỏ cuộc nhưng người đồng nghiệp Edwin McMillan thì không. Mọi nguyên tố đều có đặc tính phóng xạ độc nhất vô nhị, và “các nguyên tố đất hiếm” của Segrè lúc đó khác với các nguyên tố đất hiếm đã được phát hiện: điều này không hợp lý chút nào. Sau khi suy luận cẩn thận, McMillan nhận thấy rằng các mẫu này hoạt động giống đất hiếm vì chúng là họ hàng của đất hiếm và cũng tách khỏi phần chính của bảng tuần hoàn tương tự như các nguyên tố đất hiếm. Ông cùng một đồng nghiệp khác làm lại các quá trình bắn phá urani và phản ứng hóa học mà không có sự tham gia của Segrè, và họ lập tức phát hiện nguyên tố siêu urani bị bỏ quên đầu tiên: neptuni. Quả là trớ trêu. Dưới thời Fermi, Segrè đã nhầm các sản phẩm của phản ứng phân hạch hạt nhân là nguyên tố siêu urani. Lần này thì hoàn toàn ngược lại: ông đã nhầm neptuni – một nguyên tố siêu urani – với sản phẩm của phản ứng phân hạch. Glenn Seaborg nhớ lại “Segrè lần nữa không nhận ra rằng sự thận trọng là rất cần thiết khi tiến hành các thí nghiệm hóa học, điều mà đáng lẽ ông phải học được sau sai lầm lần trước.”

Ở cương vị nhà khoa học, chắc chắn Segrè không thể tha thứ cho sai lầm của bản thân; nhưng với tư cách một sử gia khoa học thì Segrè hẳn sẽ đánh giá cao những gì xảy ra sau đó. McMillan giành giải Nobel Hóa học năm 1951 cho công trình này. Nhưng Viện Hàn lâm Khoa học Hoàng gia Thụy Điển đã trót trao giải cho Fermi vì khám phá ra các nguyên tố siêu urani trước đó. Bướng bỉnh không muốn thừa nhận sai lầm, nên họ đã trao giải cho McMillan vì nghiên cứu về “*tính chất hóa học* của các nguyên tố siêu

urani” (đặc biệt nhấn mạnh phần in nghiêng). Nhưng vì các thí nghiệm hóa học cẩn trọng và không lầm lẫn đã giúp McMillan tìm ra sự thật nên đây không hẳn là một sự xem thường.

Nhưng nếu nói về mức độ tự phụ thì Segrè vẫn chẳng là gì so với thiên tài sống ở cuối đường I-5, miền nam California: Linus Pauling.

Sau khi lấy được bằng tiến sĩ năm 1925, Pauling nhận học bổng 18 tháng ở Đức – trung tâm khoa học của thế giới thời bấy giờ. (Lúc đó ngôn ngữ phổ biến trong khoa học là tiếng Đức, cũng giống như tiếng Anh ngày nay.) Những gì Pauling học về cơ học lượng tử tại châu Âu nhanh chóng giúp nền hóa học Mỹ vượt qua Đức và đưa cả bản thân ông lên trang bìa của tạp chí *Time*.

Nói ngắn gọn thì Pauling đã tìm ra cách cơ học lượng tử chi phối các liên kết hóa học giữa những nguyên tử: cường độ liên kết, chiều dài liên kết, góc liên kết, gần như là mọi thứ. Ông là Leonardo Da Vinci của hóa học. Cũng giống như cách Leonardo có được cái nhìn chi tiết về mặt giải phẫu của một người ngay từ lần vẽ đầu tiên, Pauling là người đầu tiên “giải phẫu” hóa học thành công. Nền tảng của hóa học là nghiên cứu cách thức hình thành và phá vỡ liên kết giữa các nguyên tử, nên phát hiện của Pauling đã hiện đại hóa lĩnh vực buồn ngủ này. Ông hoàn toàn xứng đáng với lời ngợi ca bay bổng nhất trong lịch sử khoa học của một người đồng nghiệp, rằng Pauling đã chứng minh được “hóa học *thật sự có thể hiểu được* chứ không chỉ đơn thuần là học thuộc lòng” (đặc biệt nhấn mạnh phần in nghiêng).

Sau thắng lợi đó, Pauling tiếp tục mày mò hóa học cơ bản. Ông sớm tìm ra lý do tại sao những bông tuyết có sáu cạnh: là do cấu trúc hình lục giác của băng. Pauling cũng rất nóng lòng muốn vượt khỏi ngành hóa lý đơn thuần. Một trong những dự án của ông đã xác định được nguyên nhân gây tử vong của bệnh thiếu máu hồng cầu hình liềm: do huyết sắc tố mang hình dạng bất thường trong tế bào hồng cầu không thể giữ được oxy. Công trình về huyết sắc tố này là nghiên cứu đầu tiên tìm ra mối liên kết giữa bệnh và một phân tử bất thường*, nhờ đó thay đổi tư duy y học của các bác sĩ. Năm 1948, khi đang nằm bẹp vì bệnh cúm, Pauling đã quyết định cách mạng hóa

ngành sinh học phân tử bằng cách chỉ ra cách thức protein có thể hình thành các phân tử hình trụ dài là chuỗi xoắn alpha. Chức năng protein phụ thuộc rất lớn vào hình dạng của nó, và Pauling là người đầu tiên tìm hiểu các phần riêng lẻ trong protein "quyết định" hình dạng phù hợp của chúng ra sao.

Trong tất cả những nghiên cứu ấy, mối quan tâm thực sự của Pauling (bên cạnh những lợi ích rõ ràng cho y học) là các tính chất mới xuất hiện khi các nguyên tử bé nhỏ vô tri tự tổ hợp thành cấu trúc lớn hơn (điều này gần như là một phép màu). Điều thú vị là bộ phận thường không tiết lộ tổng thể. Nếu không thấy tận mắt, bạn khó mà tin được phân tử thiết yếu như amino axit lại cấu thành từ các nguyên tử cacbon, oxy và nitơ đơn lẻ; lại càng không thể tin các amino axit có thể tự "gấp" thành mọi protein trong một sinh vật sống. Công trình nghiên cứu về "hệ sinh thái nguyên tử" này là một bước tiến đột phá, thậm chí còn vĩ đại hơn việc tạo ra các nguyên tố mới. Nhưng bước tiến này cũng dẫn đến nhiều cách giải thích sai lầm. Thành công dễ dàng của Pauling với các chuỗi xoắn alpha cũng là một điều khá trớ trêu. Nếu không mắc sai lầm ngớ ngẩn với một phân tử xoắn khác – ADN – ông hẳn đã được coi là một trong năm nhà khoa học vĩ đại nhất từ trước đến nay.

Trước năm 1952, Pauling và hầu hết giới khoa học không quan tâm đến ADN, dù nhà sinh học Thụy Sĩ Friedrich Miescher đã phát hiện ra nó từ năm 1869. Miescher làm điều đó bằng cách đổ rượu và dịch dạ dày lợn lên băng gạc dính mủ (mà các nhà thương địa phương rất sẵn lòng cung cấp) cho đến khi chỉ còn lại một cụm chất dính màu xám. Sau khi kiểm tra, Miescher lập tức tự tuyên bố rằng axit deoxyribonucleic (hay ADN) rồi sẽ chứng minh tầm quan trọng của nó trong sinh học. Không may là phép phân tích hóa học cho thấy nó có hàm lượng photpho cao. Vào thời điểm đó, protein được coi là thứ duy nhất thú vị của hóa sinh; và vì protein không chứa photpho nên ADN chỉ được coi là một phân tử thừa thãi.*

Chỉ một thí nghiệm bước ngoặt trên virus năm 1952 mới đập tan định kiến đó. Virus chiếm quyền điều khiển tế bào bằng cách ký sinh rồi tiêm thông tin di truyền giả mạo. Nhưng không ai biết thông tin giả ấy nằm trên ADN hay protein. Vì vậy, hai nhà di truyền học đã dùng các chất đánh dấu phóng

xạ để đánh dấu cả photpho trong ADN giàu photpho và lưu huỳnh trong protein giàu lưu huỳnh. Khi kiểm tra một số tế bào bị virus tấn công, họ phát hiện chúng chứa photpho phóng xạ và không có lưu huỳnh. Vật mang thông tin di truyền không thể là protein mà chính là ADN.*

Nhưng ADN là gì? Các nhà khoa học biết rất ít về nó. Nó có dạng mạch dài và mỗi mạch có một "xương sống" đường-photphat, và cả axit nucleic nhô ra như các u. Nhưng hình dạng các mạch và cách chúng liên kết với nhau vẫn còn là bí ẩn. Như Pauling đã chỉ ra với huyết sắc tố và chuỗi xoắn alpha, hình dạng liên quan mật thiết đến cách hoạt động của các phân tử. Chẳng mấy chốc, hình dạng ADN đã trở thành câu hỏi hóc búa của sinh học phân tử.

Và như nhiều nhà khoa học khác, Pauling cho rằng chỉ có mình mới đủ thông minh để trả lời câu hỏi này. Điều này không phải là kiêu ngạo, mà chỉ đơn giản là vì ông chưa từng thất bại (ít nhất là cho tới lúc đó). Năm 1952, Pauling đã tìm cách "giải mã" ADN chỉ với bút chì, thước loga và những dữ liệu cũ kỹ tại phòng làm việc của mình ở California. Kết luận đầu tiên mà ông đưa ra là: các axit nucleic cồng kềnh nằm ở bên ngoài mỗi mạch (điều này là sai). Nếu không phải vậy thì ông không tài nào hiểu được phân tử khớp với nhau ra sao. Vì thế nên ông đã xoay khung đường-photphat hướng về phía lõi phân tử. Pauling cũng lập luận rằng ADN là chuỗi xoắn ba, vì những dữ liệu sai lệch mà ông phân tích được lấy từ ADN đã khô – có cách cuộn khác với ADN còn ướt. Chúng khiến phân tử ADN dường như xoắn hơn và do ba mạch cuộn lại mà thành. Điều này dường như là đúng, ít nhất là trên giấy.

Mọi thứ cứ êm đềm như thế cho đến khi Pauling yêu cầu một học viên cao học kiểm tra tính toán của mình. Cậu học viên này đã kiểm tra và vì cho rằng tính toán của Pauling là đúng còn mình sai, nên anh đã tự mua dây buộc mình khi cố gắng tìm ra lỗi sai của chính bản thân. Tuy nhiên, vào phút chót, anh cuối cùng cũng chỉ ra được rằng có vẻ các phân tử photphat không khớp vì một lý do hết sức cơ bản. Dù các tiết hóa học luôn luôn nhấn mạnh rằng nguyên tử và phân tử trung hòa về điện, nhưng các nhà hóa học lại không nghĩ về nguyên tố như vậy. Trong tự nhiên (đặc biệt là sinh học), nguyên tử của nhiều nguyên tố chỉ tồn tại dưới dạng ion tích

điện. Thật vậy, theo các định luật mà chính Pauling đã góp phần đưa ra, nguyên tử photpho tồn tại trong ADN dưới dạng các nhóm photphat tích điện âm và luôn đẩy nhau. Ông không thể gói ba nhóm photphat vào lõi ADN mà không làm vỡ tung thứ chết tiệt đó.

Học viên nọ đã giải thích điều này, và chính Pauling đã lịch sự lờ đi một cách "rất Pauling". Không rõ vì sao Pauling lại nhờ người kiểm tra các tính toán của bản thân nếu không muốn lắng nghe ý kiến từ người đó về công trình của mình, nhưng lý do ông phớt lờ cậu học viên thì rất rõ ràng. Ông muốn có được sự độc tôn trong khoa học, muốn mọi ý tưởng khác về ADN đều được coi là sự sao chép ý tưởng của mình. Vì vậy, trái ngược với sự tỉ mỉ thông thường, Pauling cho rằng các chi tiết của phân tử ADN sẽ tự ăn khớp với nhau và vội vã công bố mô hình ADN gồm ba chuỗi xoắn của mình vào đầu năm 1953.

Trong khi đó, bên kia Đại Tây Dương, hai học viên sau đại học tại Đại học Cambridge đã nghiên cứu kỹ lưỡng bài báo của Pauling. Peter (con trai Linus Pauling) làm cùng phòng thí nghiệm với James Watson, Francis Crick* và đã lịch sự cung cấp bài báo cho họ. Các học viên vô danh này khao khát tạo dựng sự nghiệp bằng cách giải quyết bài toán về ADN. Và bài báo của Pauling khiến họ điếng người: họ từng xây dựng một mô hình tương tự một năm trước đó, và xấu hổ gạt đi khi một đồng nghiệp chỉ ra rằng ý tưởng về chuỗi xoắn ba thật vớ vẩn.

Trong lúc bị khiển trách nặng nề, họ đã được người đồng nghiệp Rosalind Franklin tiết lộ cho một bí mật. Franklin chuyên về tinh thể học tia X – kỹ thuật cho biết hình dạng của phân tử. Đầu năm đó, bà đã kiểm tra ADN còn ướt từ tinh trùng mực và tính toán rằng ADN gồm hai mạch. Khi còn học ở Đức, Pauling cũng nghiên cứu về tinh thể học, và hẳn ông sẽ giải được bài toán ADN ngay lập tức nếu có dữ liệu tốt như của Franklin. (Chính dữ liệu ADN đã khô của ông cũng được phân tích bằng tinh thể học tia X.) Là một người không biết kiêng dè, Pauling đã bị những người theo chủ nghĩa McCarthy của Bộ Ngoại giao Mỹ thu hồi hộ chiếu và không thể tới Anh năm 1952 để dự một hội nghị quan trọng, nơi ông hẳn sẽ được nghe về Franklin và kết quả nghiên cứu của bà. Và không như Franklin, Watson và Crick không bao giờ chia sẻ dữ liệu với đối thủ. Họ đã dẹp bỏ sĩ diện để lợi

dụng Franklin và tiến hành nghiên cứu dựa trên những ý tưởng của bà. Không lâu sau, Watson và Crick đã thấy tất cả các lỗi trước đó của họ tái hiện trong bài báo của Pauling.

Rũ bỏ hết nghi ngờ, họ vội vàng đến gặp cố vấn William Bragg của mình. Bragg giành được giải Nobel từ nhiều thập kỷ trước nhưng gần đây đã trở nên bất đắc chí khi để tuột mất những khám phá quan trọng (như hình dạng chuỗi xoắn alpha) về tay Pauling – đối thủ "hiếu chiến và háo danh" (như một sử gia ghi lại). Bragg đã cấm Watson và Crick nghiên cứu ADN sau kết quả chuỗi xoắn ba đáng xấu hổ của họ. Nhưng khi họ chỉ ra những sai lầm của Pauling và thừa nhận đã tiếp tục làm việc trong bí mật, Bragg đã yêu cầu họ quay lại với nghiên cứu về ADN vì ông cho rằng đây là cơ hội để đánh bại Pauling.

Đầu tiên, Crick tung hỏa mù cho Pauling bằng cách viết một lá thư để hỏi về nguyên nhân tại sao lõi photphat còn nguyên vẹn, vì chính các lý thuyết của Pauling nói rằng điều đó là không thể. Điều này khiến Pauling phân tâm và lao đầu vào các tính toán vô bổ. Ngay cả khi Peter Pauling cảnh báo ông rằng hai sinh viên này cũng nghiên cứu về ADN, Linus Pauling vẫn khăng khăng rằng mô hình ADN ba mạch của mình là chính xác, và rằng mình đã sắp thành công. Biết rằng Pauling chỉ cố chấp chứ không ngốc và sẽ sớm nhận ra sai lầm của mình, Watson và Crick lùng sục mọi ý tưởng. Họ chưa từng tự làm thí nghiệm mà chỉ giỏi diễn giải dữ liệu của người khác. Năm 1953, cuối cùng họ cũng có được manh mối còn thiếu từ một nhà khoa học khác.

Người đó nói với họ rằng bốn nucleotit trong ADN (A, T, G, C) luôn có tỷ lệ giống nhau theo từng cặp. Nếu một mẫu ADN có 36% A thì nó cũng sẽ có 36% T. Luôn luôn là vậy. C và G cũng tương tự. Từ đó, Watson và Crick nhận ra rằng: trong ADN, A phải liên kết với T và C phải liên kết với G. (Trớ trêu thay, nhà khoa học đó cũng nói với Pauling điều tương tự từ nhiều năm trước trên một chiếc du thuyền. Nhưng do bực bội vì kỳ nghỉ bị người đồng nghiệp ồn ào này làm gián đoạn, Pauling đã bỏ ngoài tai.) Một phép màu kỳ diệu nữa là hai cặp nucleotit đó lại ghép vào nhau vừa như in, hệt như những mảnh ghép của bộ xếp hình. Điều này giải thích tại sao các mạch đơn của ADN liên kết với nhau rất chặt chẽ, lý do chính khiến ý

tưởng chuyển nhóm photphat vào trong của Pauling không đúng. Trong khi Pauling đang vật lộn với mô hình của mình, Watson và Crick đã xoay mô hình từ trong ra ngoài, nên các ion PO_4^{3-} sẽ không chạm vào nhau. Điều này mang lại cho họ một cấu trúc giống như thang xoắn, chính là chuỗi xoắn kép lừng danh. Mọi thứ đều được kiểm tra rất chính xác; và trước khi Pauling kịp nhận ra*, họ đã công bố mô hình này trên tạp chí *Nature* số ra ngày 25 tháng 4 năm 1953.

Đây như một gáo nước lạnh tạt thẳng vào mô hình ADN ba chuỗi xoắn và photphat ngược. Vậy Pauling đã phản ứng ra sao? Và cả thái độ của ông trước thành công vĩ đại trong lĩnh vực sinh học của đối thủ là phòng thí nghiệm Bragg? Bằng sự cao thượng đáng ngưỡng mộ mà tất cả chúng ta đều hy vọng mình sẽ có khi ở hoàn cảnh tương tự. Pauling thừa nhận sai lầm cùng thất bại của mình, và còn ủng hộ Watson và Crick bằng cách mời họ tham dự một hội nghị do ông tổ chức vào cuối năm 1953. Việc ủng hộ chuỗi xoắn kép đã nhanh chóng chứng minh sự cao thượng của Pauling.

Từ năm 1953 trở đi, mọi việc tốt đẹp hơn nhiều cho cả Pauling và Segrè. Năm 1955, Segrè và Owen Chamberlain (một nhà khoa học khác của Berkeley) đã phát hiện ra phản proton – phản hạt của proton thông thường. Chúng có điện tích âm, có thể đi ngược thời gian và đáng sợ nhất là tiêu diệt mọi vật chất "chuẩn" (như bạn hoặc tôi) khi tiếp xúc. Sau khi sự tồn tại của phản vật chất được dự đoán vào năm 1928, chỉ có duy nhất phản electron (positron) là được phát hiện nhanh chóng và dễ dàng vào năm 1932. Nhưng phản proton thì không dễ như vậy, nó là "nguyên tố tecneti" mãi lảng tránh của giới vật lý hạt. Segrè vẫn miệt mài theo dấu nó sau nhiều năm thất bại. Sự kiên định đó đã được tưởng thưởng xứng đáng khi ông giành giải Nobel Vật lý bốn năm sau đó*, và chẳng còn ai nhớ tới những sai lầm của ông nữa. Thật thú vị, Segrè đã mượn bộ vest trắng của Edwin McMillan để mặc trong buổi lễ nhận giải.

Sau thất bại với ADN, Pauling đã nhận được một giải "khuyến khích": giải Nobel Hóa học có phần muộn màng năm 1954. Pauling tiếp tục mở đường cho các lĩnh vực mới, đúng như phong cách từ trước tới nay. Phát bực vì bệnh cảm lạnh mãn tính của bản thân, Pauling đã tự mình thử nghiệm phương pháp uống vitamin liều cao. Không ai rõ vì sao nhưng cách này

dường như hữu hiệu với ông, và ông hào hứng nói với người khác. Sự bảo chứng của Pauling – một người giành giải Nobel – đã tạo đà cho cơn sốt chất bổ sung dinh dưỡng vẫn còn mạnh mẽ cho đến ngày nay, gồm cả quan niệm mơ hồ về khoa học rằng vitamin C có thể chữa cảm lạnh. (Xin cáo lỗi với những ai ủng hộ ý tưởng này.) Ngoài ra, Pauling còn từ chối làm việc cho Dự án Manhattan và trở thành nhà hoạt động phản đối vũ khí hạt nhân hàng đầu thế giới. Ông tham gia các cuộc biểu tình và chấp bút những tựa sách như *No More War!* (Hãy chấm dứt chiến tranh!) Ông thậm chí còn giành được giải Nobel thứ hai (ngoài dự kiến) vào năm 1962 – Nobel Hòa bình – và trở thành người duy nhất giành trọn hai giải Nobel mà không phải chia sẻ với ai. Tuy nhiên, ông đã chia sẻ sân khấu ở Stockholm năm đó với hai người đoạt giải Nobel Y-Sinh: James Watson và Francis Crick.

Chương 9
Hành lang độc: “Itai-Itai”

Các quy tắc sinh học tinh vi hơn quy tắc hóa học rất nhiều, và không ai thấm thía điều này hơn Pauling. Bạn có thể “chặt chém” các amino axit bằng phương pháp hóa học, nhưng dù có bị kích động đôi chút thì cuối cùng chúng vẫn sẽ không mảy may xây xát. Các protein mỏng manh và phức tạp hơn trong sinh vật sống có thể suy yếu dưới tác động của nhiệt, axit hoặc tệ nhất là các nguyên tố bất hảo. Những nguyên tố “lưu manh” nhất thường núp dưới vỏ bọc là các khoáng chất và vi chất dinh dưỡng cần thiết cho sự sống để có thể khai thác bất kỳ tổn thương nào trong tế bào sống. Và những câu chuyện về sự ảnh hưởng của những kẻ thuộc “hành lang độc” này tới sự sống sẽ hé lộ một trong các mảng tối của bảng tuần hoàn.

Nguyên tố nhẹ nhất trong “hành lang độc” này là cadimi, vang danh từ một mỏ cổ miền trung Nhật Bản. Những người thợ mỏ bắt đầu đào kim loại quý từ khu mỏ Kamioka vào năm 710. Trong nhiều thế kỷ sau đó, những ngọn núi của Kamioka mang lại rất nhiều tài nguyên: vàng, chì, bạc và đồng nên trở thành khu vực tranh chấp của nhiều tướng quân và ông trùm kinh doanh. Nhưng mãi 1.200 năm sau, những tiếng kêu “*Itai-itai!*” (“úi” trong tiếng Nhật) của những người thợ khi xử lý mỏ cadimi đầu tiên mới khiến khu vực này trở nên khét tiếng.

Chiến tranh Nga-Nhật năm 1904-1905 và Thế Chiến I một thập kỷ sau đó đã khiến nhu cầu kim loại của Nhật Bản tăng đáng kể (gồm cả kẽm để chế tạo áo giáp, máy bay và đạn dược). Cadimi nằm ngay dưới kẽm trên bảng tuần hoàn; và trong vỏ Trái Đất, hai kim loại này hòa vào nhau một cách hỗn độn khiến ta không thể phân biệt được. Để tinh chế kẽm trong quặng ở Kamioka, những người thợ mỏ có lẽ đã rang quặng như rang cà phê và ngâm với axit để loại bỏ cadimi. Theo quy định về môi trường thời ấy, họ

đổ bùn cadimi còn lại xuống suối hoặc ngay trên mặt đất, khiến nó bị thấm vào mạch nước ngầm.

Ngày nay sẽ không ai nghĩ tới việc đổ cadimi đi như thế. Cadimi được dùng làm lớp phủ chống ăn mòn cho pin và các bộ phận máy tính nên rất có giá trị. Nó còn được dùng để hàn, làm thuốc nhuộm và thuộc da trong thời gian dài. Trong thế kỷ 20, người ta thậm chí còn dùng lớp mạ cadimi sáng bóng để trang trí những chiếc cốc uống nước thời thượng. Nhưng lý do chính khiến ngày nay không ai đổ cadimi đi là vì nó cực độc. Tình trạng hàng trăm người bị bệnh mỗi năm khi uống các loại nước ép trái cây có tính axit (như chanh) nhiễm cadimi từ thành cốc đã khiến các doanh nghiệp ngừng sử dụng chất này. Sau cuộc tấn công khủng bố ngày 11/9/2001, hàng loạt nhân viên cứu hộ tại Khu vực Số không *(Ground Zero)* đã mắc các bệnh đường hô hấp. Một số bác sĩ lập tức nghi ngờ rằng cadimi (dù còn rất nhiều chất khác) trong hàng ngàn thiết bị điện tử đã phát tán ra môi trường khi tòa tháp Trung tâm Thương mại Thế giới sụp đổ. Tuy đây là một giả thuyết không chính xác nhưng phản xạ của giới chức y tế cho thấy họ lo ngại về nguyên tố thứ 48 như thế nào.

Thật buồn là kết luận đó đến như một phản xạ sau những gì xảy ra một thế kỷ trước gần mỏ Kamioka. Từ năm 1912, các bác sĩ ở đó đã nhận thấy nông dân trồng lúa tại địa phương gục ngã bởi những căn bệnh mới rất khủng khiếp. Lượng nông dân mắc bệnh đau xương khớp tăng gấp đôi, đặc biệt là phụ nữ (chiếm 49/50 trường hợp). Họ cũng mắc cả chứng suy thận, xương cũng mềm hơn và gãy do công việc hằng ngày. Một bác sĩ đã làm gãy cổ tay một cô gái khi bắt mạch. Khi chủ nghĩa quân phiệt lan khắp Nhật Bản, căn bệnh bí ẩn càng bùng nổ vào những năm 1930 và 1940. Nhu cầu kẽm khiến quặng và bùn chảy xuống các chân núi; và dù tỉnh này không bị ảnh hưởng bởi chiến tranh, nhưng hiếm nơi nào chịu ảnh hưởng nặng nề hơn khu vực quanh mỏ Kamioka trong Thế Chiến II. Căn bệnh lan rộng từ làng này sang làng khác và dần được gọi là *itai-itai* theo tiếng kêu đau dai dẳng của nạn nhân.

Chỉ sau khi chiến tranh kết thúc, vào năm 1946, bác sĩ địa phương Noboru Hagino mới bắt đầu nghiên cứu về bệnh *itai-itai*. Nguyên nhân đầu tiên mà ông nghi ngờ là suy dinh dưỡng. Vì giả thuyết này đã tự chứng minh là

không hợp lý, nên ông chuyển sự chú ý sang các mỏ có phương pháp khai thác công nghệ cao của phương Tây (trái ngược với khu vực ruộng lúa thô sơ của nông dân). Với sự giúp đỡ của một giáo sư sức khỏe cộng đồng, Hagino đã lập một bản đồ dịch tễ học mô tả các trường hợp nhiễm bệnh *itai-itai*. Ông cũng vẽ một bản đồ thủy văn cho thấy sông Jinzu chảy qua các mỏ và tưới cho những cánh đồng cách đó nhiều cây số. Lúc chồng lên nhau, hai bản đồ gần như trùng khớp. Sau khi kiểm tra hoa màu địa phương, Hagino nhận ra lúa đã nhiễm đầy cadimi.

Các nghiên cứu tỉ mỉ sau đó sớm tiết lộ tác hại của cadimi. Kẽm là một khoáng chất thiết yếu với con người, và cadimi cản trở kẽm trong cơ thể bằng cách "giả mạo" nó (giống như cách hai nguyên tố này hòa trộn với nhau tới mức không phân biệt nổi trong đất). Cadimi đôi khi cũng đào thải lưu huỳnh và canxi, nguyên nhân khiến xương bị ảnh hưởng. Thật không may, cadimi là một nguyên tố vụng về và không thể thực hiện các chức năng sinh học như những nguyên tố khác. Không may hơn nữa, một khi cadimi xâm nhập vào cơ thể thì nó không thể bị thải ra. Suy dinh dưỡng mà Hagino nghi ngờ lúc đầu cũng là một yếu tố. Thực phẩm chủ yếu ở đây là gạo, nên người dân đã bị thiếu một số khoáng chất. Cadimi bắt chước các khoáng chất đó rất giống nên trong cơn đói khoáng chất cồn cào, tế bào "dệt" nó vào các cơ quan với tốc độ còn cao hơn bình thường.

Hagino công bố kết quả của mình vào năm 1961. Như một điều hoàn toàn dễ hiểu và có thể dự đoán trước, công ty khai thác chịu trách nhiệm pháp lý là Công ty khai mỏ và luyện kim Mitsui đã phủ nhận mọi hành vi sai trái (họ vừa mới mua lại đã công ty gây ra thiệt hại). Đáng xấu hổ hơn, Mitsui đã vận động để làm mất uy tín của Hagino. Khi một ủy ban y tế địa phương được thành lập để điều tra căn bệnh *itai-itai*, Mitsui đã giở trò để Hagino – chuyên gia tầm cỡ thế giới về bệnh này – không được mời. Hagino đi đường vòng bằng cách nghiên cứu các trường hợp mắc bệnh mới được phát hiện ở Nagasaki để củng cố tuyên bố của mình. Cuối cùng, ủy ban này bị cắn rứt lương tâm nên đã phải thừa nhận cadimi "có thể" là nguyên nhân gây bệnh (dù đáng ra Mitsui đã tác động để họ phải chống lại Hagino). Choáng ngợp trước các bằng chứng của Hagino, một ủy ban y tế quốc gia của Nhật Bản đã bác bỏ phán quyết mập mờ này và tuyên bố rằng cadimi chắc chắn là nguyên nhân gây bệnh *itai-itai*. Đến năm 1972, Công ty khai

mỏ và luyện kim Mitsui bắt đầu bồi thường cho 178 người sống sót tổng cộng hơn 2,3 tỷ yên mỗi năm. Mười ba năm sau, nỗi kinh hoàng của nguyên tố thứ 48 vẫn còn đeo bám Nhật Bản: trong phần *The Return of Godzilla* (Sự trở về của Godzilla) mới nhất khi đó, nhà sản xuất phim đã để quân đội Nhật Bản triển khai tên lửa mang đầu đạn cadimi nhằm tiêu diệt Godzilla. Nếu không tính tới chuyện chính bom H đã mang lại cho Godzilla sự sống, thì bạn sẽ thấy đây là một đánh giá khá tệ về cadimi.

Tuy nhiên, bệnh *itai-itai* không phải là sự cố duy nhất ở Nhật Bản vào thế kỷ trước. Vào thế kỷ 20, người dân nông thôn Nhật Bản đã ba lần nữa trở thành nạn nhân của tình trạng ngộ độc công nghiệp hàng loạt (hai lần với thủy ngân, một lần với SO_2 cùng NO_2). Chúng được gọi là “Bốn căn bệnh ô nhiễm chính của Nhật”. Ngoài ra, hàng ngàn người khác đã bị nhiễm phóng xạ khi Mỹ thả bom nguyên tử xuống Nhật năm 1945. Nhưng bom nguyên tử và ba trong số “bốn căn bệnh ô nhiễm chính” vẫn xảy ra sau đợt dịch thầm lặng kéo dài ở Kamioka (trừ việc nó không hề thầm lặng cho những người dân ở đó: “Itai-Itai”).

Đáng sợ hơn, cadimi vẫn chưa phải là nguyên tố độc hại nhất. Nó nằm trên thủy ngân – một chất độc thần kinh. Và bên phải thủy ngân là những nguyên tố kinh khủng nhất trên bảng tuần hoàn: tali, chì và poloni – trọng tâm của “hành lang độc”.

Sự phân cụm này là một trùng hợp ngẫu nhiên nhưng cũng có những lý do hóa học và vật lý phù hợp cho việc những nguyên tố độc hại co cụm với nhau tại góc đông nam của bảng tuần hoàn. Một nguyên nhân khá nghịch lý là không kim loại nặng nào trong số này dễ bay hơi. Natri hay kali nguyên chất sẽ phát nổ khi tiếp xúc với tế bào trong cơ thể vì chúng phản ứng với nước. Nhưng kali và natri hoạt động hóa học rất mạnh nên không bao giờ xuất hiện ở dạng nguyên chất (cũng là dạng nguy hiểm của chúng) trong tự nhiên. Các nguyên tố thuộc “hành lang độc” lại tinh vi hơn và có thể luồn sâu vào trong cơ thể trước khi phát tác. Hơn nữa, như nhiều kim loại nặng khác, số lượng electron mà chúng có thể cho đi khá đa dạng nên sẽ thể hiện nhiều số oxy hóa tùy theo hoàn cảnh. Kali luôn phản ứng dưới dạng K^+, còn tali có thể là Tl^+ hoặc Tl^{+3}. Kết quả là tali có thể bắt chước nhiều nguyên tố và luồn lách vào nhiều ngõ ngách sinh hóa khác nhau.

Đó là lý do tại sao tali (nguyên tố thứ 81) được coi là kẻ nguy hiểm nhất trên bảng tuần hoàn. Tế bào của động vật có các kênh ion đặc biệt để hút kali, và tali đã lợi dụng những kênh này để đi vào cơ thể (thường là thẩm thấu qua da). Khi vào bên trong cơ thể, tali sẽ ngừng giả vờ là kali và bắt đầu tháo các liên kết của những amino axit quan trọng, cũng như gỡ các nếp gấp phức tạp trong protein để khiến chúng trở nên vô dụng. Và không như cadimi, tali không nằm trong xương hay thận mà đi lang thang như du mục Mông Cổ phiên bản nguyên tử vậy. Mỗi nguyên tử tali đều có thể gây ra thiệt hại nghiêm trọng.

Vì những lý do này nên tali được coi là "chất độc của những kẻ hạ độc", chuyên dành cho những kẻ tìm vui trong việc bỏ độc vào đồ ăn thức uống. Vào những năm 1960, gã người Anh Graham Frederick Young đã bắt đầu thử nghiệm trên chính gia đình mình bằng cách rắc tali vào ấm trà và nồi hầm sau khi đọc đám tin tức giật gân về những kẻ giết người hàng loạt. Hắn nhanh chóng được gửi đến một viện tâm thần nhưng sau đó lại được thả (một điều không thể tin nổi). Ngay khi vừa được thả, Young đầu độc thêm bảy mươi người nữa, bao gồm một loạt cấp trên. Chỉ có ba người chết, bởi Young muốn kéo dài sự đau khổ của họ bằng liều lượng ít hơn mức gây chết người.

Các nạn nhân như của Young không hiếm gặp trong lịch sử. Tali có một bảng thành tích khủng khiếp* trong việc thủ tiêu gián điệp, trẻ mồ côi và các bà cô sở hữu những điền trang lớn. Nhưng thay vì hồi tưởng lại những khung hình đen tối, chúng ta nên nhớ đến lần nguyên tố thứ 81 tham gia vào một vở hài kịch (dù phải thừa nhận rằng nó vô cùng bệnh hoạn). Trong suốt những năm bị ám ảnh bởi Cuba, Cục Tình báo Trung ương Mỹ (CIA) đã ấp ủ kế hoạch rắc bột talc pha tali vào tất của Fidel Castro. Các điệp viên CIA đặc biệt thích thú với viễn cảnh chất độc sẽ làm rụng hết tóc và cả bộ râu nổi tiếng của ông. Họ hy vọng sẽ làm Castro bẽ mặt trước đồng chí trước khi giết ông. Không có hồ sơ nào ghi lại lý do tại sao kế hoạch này chưa từng được thực hiện.

Một lý do khác khiến tali, cadimi và các nguyên tố liên quan trở thành những chất độc sáng giá là vì chúng tồn tại vĩnh viễn. Tôi không chỉ có ý nói về khả năng tích lũy trong cơ thể như cadimi. Cũng như oxy, các

nguyên tố này có hạt nhân rất bền, gần như là hình cầu và không bao giờ phân rã phóng xạ, nên chúng vẫn tồn tại trong vỏ Trái Đất. Ví dụ: chì (nguyên tố có hạt nhân bền vĩnh cửu nặng nhất) nằm ở ô 82 – một con số kỳ diệu, và bitmut (nguyên tố nặng nhất có hạt nhân nguyên tử gần như bền nhất) là hàng xóm của nó: ô 83.

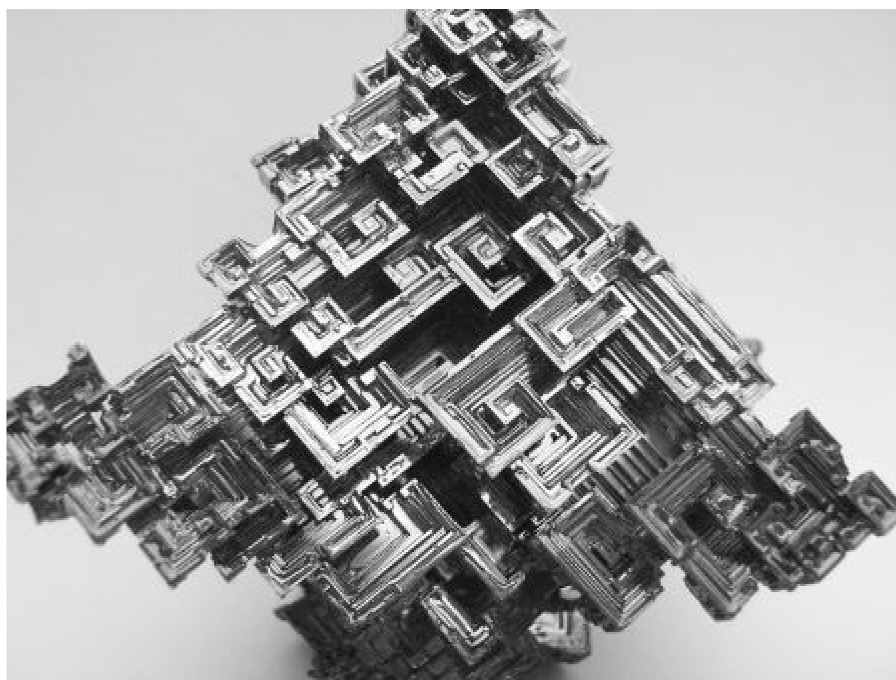
Do bitmut đóng một vai trò đáng ngạc nhiên trong "hành lang độc", nên nguyên tố kỳ lạ này xứng đáng được xem xét kỹ hơn. Một vài mô tả nhanh về bitmut: là một kim loại màu trắng ánh hồng nhạt, nhưng nó lại cháy với ngọn lửa xanh và phát ra khói vàng. Giống như cadimi và chì, bitmut được sử dụng rộng rãi trong sơn và thuốc nhuộm và thường thay thế "chì đỏ" trong pháo hoa "trứng rồng". Trong vô số chất sinh ra từ các tổ hợp của nguyên tố hóa học trên bảng tuần hoàn, bitmut là một trong số rất ít chất có khối lượng riêng giảm đi khi đông đặc từ thể lỏng thành thể rắn. Ta không đánh giá cao sự kỳ lạ này vì mặt hồ đóng thành băng thì nhưng phía dưới vẫn là nước lỏng; và về lý thuyết thì khi "đóng băng", bitmut cũng nổi lên như vậy. Điều này cho nó tính chất gần như độc nhất vô nhị trên bảng tuần hoàn (vì mật độ phân tử của chất rắn hầu như luôn lớn hơn chất lỏng). Hơn nữa, "băng" bitmut hẳn là sẽ tuyệt đẹp. Nó đã thành vật trang trí mặt bàn làm việc và đồ trưng bày yêu thích của các nhà khoáng vật học và người đam mê nguyên tố vì có thể tạo thành tinh thể xoắn ốc phức tạp màu cầu vồng. Bitmut mới "đóng băng" sẽ trông như những bức vẽ đầy màu sắc của M. C. Escher[1] .

[1]. M. C. Escher (1898-1972): họa sĩ người Hà Lan nổi tiếng với các tác phẩm tranh, mộc bản có kiến trúc phi lý. (BTV)

Bitmut còn giúp các nhà khoa học thăm dò cấu trúc sâu bên trong của chất phóng xạ. Trong nhiều thập kỷ, các nhà khoa học không thể giải quyết được sự xung đột trong các tính toán về việc liệu một số nguyên tố nhất định có tồn tại mãi mãi hay không. Vì vậy, vào năm 2003, các nhà vật lý ở Pháp đã đặt các tấm chắn kín quanh một mẫu bitmut nguyên chất nhằm ngăn tác động từ bên ngoài và lắp máy dò xung quanh nhằm xác định chu kỳ bán rã (thời gian cần thiết để số lượng nguyên tử trong mẫu giảm đi 50%). Chu kỳ bán rã là một phép đo phổ biến với nguyên tố phóng xạ. Nếu 50 kg nguyên tố phóng xạ X mất 3,14159 năm để giảm đi 25 kg thì chu kỳ

bán rã của nó là 3,14159 năm. Sau 3,14159 năm nữa, bạn còn 12,5 kg. Lý thuyết dự đoán rằng bitmut sẽ có chu kỳ bán rã 20 tỷ tỷ năm, lớn hơn tuổi của vũ trụ rất nhiều. (Ta phải bình phương tuổi của vũ trụ lên thì mới thu được một con số xêm xêm với chu kỳ bán rã của bitmut). Thí nghiệm của người Pháp cũng chẳng khác gì vở kịch *Chờ đợi Godot* phiên bản đời thực[1]. Nhưng thật đáng kinh ngạc, nó đã hiệu quả. Các nhà khoa học Pháp đã thu thập đủ lượng bitmut và cũng đủ kiên nhẫn để chứng kiến một số nguyên tử phân rã. Kết quả này chứng minh bitmut không phải là nguyên tố bền vĩnh cửu nặng nhất, chỉ là nó sẽ sống đủ lâu để trở thành kẻ cuối cùng bị tuyệt chủng.

[1]. "Chờ đợi Godot" là vở kịch trứ danh của nhà viết kịch đoạt giải Nobel Samuel Beckett. Tác phẩm nói về hai người đàn ông chờ đợi một người mà họ không quen biết là Godot. (BTV)



Đây là những vòng xoáy sặc sỡ và sống động của dạng tinh thể hình phễu tạo thành khi kim loại bitmut được làm lạnh và kết tinh lại theo kiểu bậc thang. Tinh thể này rộng bằng bàn tay người lớn. (Ken Keraiff, Krystals Unlimited)

(Một thí nghiệm tương tự hiện đang được tiến hành tại Nhật nhằm xác định xem liệu có chất nào thực sự tồn tại *mãi mãi* hay không.

Một số nhà khoa học tính toán rằng ngay cả bản thân proton (một trong hai thành phần cấu thành hạt nhân nguyên tử) cũng không đủ bền để được coi là "thực sự tồn tại mãi mãi": nó sẽ bán rã sau ít nhất là... 1033 năm. Không nản lòng, hàng trăm nhà khoa học thiết lập một hồ nước tĩnh siêu tinh khiết khổng lồ dưới lòng đất hầm mỏ Kamioka và đặt các vòng cảm biến siêu nhạy xung quanh để xem liệu có proton nào phân rã hay không. Dù chẳng ngờ đến nhưng mục đích sử dụng mỏ Kamioka lần này nhân văn hơn trước rất nhiều.)

Mặc dù vậy, giờ là lúc công bố toàn bộ sự thật về bitmut. Trên lý thuyết, nó vẫn có tính phóng xạ; vị trí của bitmut trên bảng tuần hoàn cũng ngụ ý rằng nguyên tố thứ 83 này rất không tốt cho bạn (vì nó nằm cùng cột với asen và antimon, hai trong số các nguyên tố có độc tố kinh khủng nhất). Nhưng trên thực tế, bitmut lại lành tính và thậm chí còn có thể chữa bệnh: bác sĩ dùng thuốc chứa chất này để làm dịu vết loét, và nó chính là phần "bis" trong thuốc giảm đau Pepto-Bismol. (Thuốc giải độc cho người bị tiêu chảy do uống nước chanh nhiễm cadimi thường chứa bitmut.) Nhìn chung, bitmut có lẽ là nguyên tố "ngồi nhầm chỗ" nhất trên bảng tuần hoàn. Tuyên bố này có thể khiến các nhà hóa học và vật lý muốn tìm sự thống nhất về mặt logic trong bảng tuần hoàn thất vọng, nhưng nó càng chứng tỏ rằng bảng tuần hoàn đầy rẫy chuyện không thể đoán trước (nếu bạn biết chỗ tìm).

Thay vì gắn nhãn "đồ kỳ dị" cho bitmut, bạn có thể coi nó là một "kim loại trơ". Giống như cách các khí trơ hiền hòa tách bảng tuần hoàn thành hai nhóm "hiếu chiến" với bản chất hóa học khác nhau, bitmut hiền hòa cũng là ranh giới chia đôi "hành lang độc": một bên là những chất độc thông thường đã đề cập ở trên, một bên là những chất độc phóng xạ dưới đây.

Bên phải bitmut là poloni, chất độc của kỷ nguyên hạt nhân. Nó cũng làm rụng tóc như tali – tính chất được phát hiện vào tháng 11 năm 2006 khi cựu đặc vụ KGB Alexander Litvinenko bị đầu độc bằng sushi chứa poloni trong một nhà hàng ở London. Sau poloni (ta tạm bỏ qua nguyên tố siêu hiếm

atatin) là radon. Đây là một loại khí trơ không màu, không mùi và không phản ứng hóa học. Nhưng là một nguyên tố nặng, nó đẩy không khí ra khỏi phổi, phóng ra các tia phóng xạ chết người và gây ung thư phổi – một cách gây hại khác của các nguyên tố trong “hành lang độc”.

Khu vực ở cuối bảng tuần hoàn thực sự là lãnh địa của nguyên tố phóng xạ. Hầu hết mọi ích lợi của các nguyên tố nặng đều xuất phát từ cách thức và tốc độ phân rã của chúng (tương tự như quy tắc bát tử với các nguyên tố ở đầu bảng tuần hoàn). Có lẽ cách tốt nhất để minh họa điều này là câu chuyện về một thanh niên Mỹ cũng bị ám ảnh bởi các nguyên tố nguy hiểm như Graham Frederick Young. Nhưng David Hahn không phải một kẻ rối loạn nhân cách. Việc làm của chàng thanh niên đến từ Detroit này xuất phát từ mong muốn giải quyết cuộc khủng hoảng năng lượng và chấm dứt cơn nghiện dầu mỏ của thế giới – một hoài bão tốt đẹp như bao chàng trai trẻ. Bị ám ảnh bởi khao khát này đến mức gần như phát điên, thành viên của nhóm Eagle Scout (Hội hướng đạo Đại bàng) này đã dựng một lò phản ứng hạt nhân trong nhà kho ở sân sau vào giữa những năm 1990.*

Ngay từ khi còn nhỏ, David đã chịu ảnh hưởng của *The Golden Book of Chemistry Experiments* (Cẩm nang về các thí nghiệm hóa học), một cuốn sách với giọng điệu nghiêm nghị đến phát chán, hệt như phim giáo dục thập niên 1950. Anh chàng này mê hóa học đến nỗi bị mẹ của bạn gái mình cấm nói chuyện với khách trong các bữa tiệc, vì đã thốt ra những sự thật không mấy “ngon lành” về các hóa chất trong những thứ họ đang ăn khi còn đang ngậm lúng búng. Nhưng sở thích của David không chỉ là lý thuyết. Giống như nhiều nhà hóa học thuở thiếu thời, David nhanh chóng chán ngấy bộ đồ chơi hóa học và bắt đầu chơi với những chất đủ mạnh để thổi bay cả những bức tường và thảm trong phòng ngủ. Cậu bị mẹ chuyển xuống tầng hầm rồi ra nhà kho ở sân sau. Nhà kho này đâm ra lại hợp với cậu. Nhưng không như nhiều tài năng khoa học trẻ, David có vẻ không giỏi hóa lên. Có lần, trước một cuộc họp của Hội hướng đạo, da David bị nhuộm thành màu cam khi một chất nhuộm màu cậu đang nghiên cứu bắn ra và dính đầy mặt. Và cậu đã vô tình làm nổ một thùng chứa kali tinh khiết khi cố đục nó bằng tuốc nơ vít – một hành động mà chỉ người không biết gì về hóa học mới làm. Bác sĩ nhãn khoa đã phải gắp những mảnh nhựa ra khỏi mắt cậu suốt nhiều tháng sau đó.

Ngay cả sau sự kiện đó, các thảm họa vẫn tiếp tục xảy ra. Nhưng cũng phải nói đỡ rằng các dự án mà David thực hiện ngày càng phức tạp, và lò phản ứng là một trong số ấy. Cậu bắt đầu việc này nhờ áp dụng những kiến thức ít ỏi lượm lặt được về vật lý hạt nhân. Những kiến thức này không đến từ trường học (cậu là một học sinh xoàng, thậm chí còn học kém) mà từ những cuốn sách nhỏ về năng lượng hạt nhân mà David xin được qua thư tín từ các nhân viên chính phủ, vì họ cho rằng "Giáo sư Hahn" 16 tuổi này muốn làm thí nghiệm cho các "sinh viên" tưởng tượng.

David đã học được về ba loại phản ứng hạt nhân chính: hợp hạch, phân hạch và phân rã phóng xạ. Phản ứng hợp hạch hydro (tạo ra năng lượng cho các ngôi sao) sản sinh nhiều năng lượng nhất và có hiệu suất cao nhất nhưng lại chỉ chiếm phần nhỏ trong năng lượng hạt nhân trên Trái Đất, vì rất khó để tái lập các điều kiện về nhiệt độ và áp suất cần thiết để kích hoạt phản ứng này. Do đó, David dựa vào phân hạch urani và tính phóng xạ của neutron – phụ phẩm của quá trình phân hạch. Những nguyên tố nặng như urani khó dồn toàn bộ proton tích điện dương vào một nhân nguyên tử nhỏ xíu vì các proton tích điện cùng dấu nên sẽ đẩy nhau; chính vì thế nên những nguyên tố này mới gói luôn các neutron vào hạt nhân để làm "đệm" cho proton. Khi một hạt nhân nặng phân hạch thành hai hạt nhân nhẹ hơn có kích thước gần bằng nhau, các hạt nhân mới này cần ít neutron "đệm" hơn nên chúng sẽ "nhả" neutron dư ra ngoài. Đôi khi nguồn neutron dư này bị các hạt nhân nặng gần đó hấp thụ, khiến chúng trở nên kém bền và tiếp tục giải phóng nhiều neutron hơn nữa. Đây chính là phản ứng phân hạch dây chuyền xảy ra trong bom hạt nhân. Nhưng lò phản ứng cần nhiều điều kiện nghiêm ngặt hơn vì mục đích chính là kéo dài thời gian của quá trình phân hạch. Trở ngại kỹ thuật chính mà David gặp phải là sau khi các hạt nhân urani phân hạch và giải phóng neutron, các nguyên tử nhẹ hơn (bền hơn) sinh ra từ đó không tiếp tục phản ứng dây chuyền được nữa. Kết quả là các lò phản ứng thông thường sẽ từ từ tắt vì thiếu nhiên liệu.

Nhận ra điều này – và vượt xa hơn mục tiêu tìm kiếm năng lượng hạt nhân ban đầu – David quyết định xây dựng một "lò phản ứng tái sinh" *(breeder reactor)*, tự tái tạo nhiên liệu nhờ sự kết hợp thông minh của các nguyên tố phóng xạ. Nguồn năng lượng ban đầu của lò phản ứng là những viên U-233 rất dễ phân hạch. (U-233 có 141 neutron và 92 proton, dư thừa rất

nhiều neutron.) Urani sẽ được bao quanh bởi một lớp nguyên tố nhẹ hơn: Th-232. Sau các quá trình phân hạch, Th-232 sẽ hấp thụ một neutron và trở thành Th-233. Th-233 không bền sẽ phân rã beta bằng cách nhả ra một electron. Khi đó, một neutron của thori sẽ chuyển thành một proton để đảm bảo nguyên tử trung hòa về điện. Số proton trong hạt nhân tăng thêm một sẽ chuyển thori thành nguyên tố kế tiếp trên bảng tuần hoàn: Pa-233. Nguyên tử Pa-233 cũng không bền nên sẽ nhả ra một electron nữa và quay về thành nguyên tử ban đầu: U-233. Bạn nhận được nhiều nhiên liệu phân hạch hơn khi kết hợp các nguyên tố phóng xạ đúng cách, hệt như một phép màu vậy.

David theo đuổi dự án này vào cuối tuần, vì sau khi bố mẹ ly hôn thì cậu phải luân phiên sống với cả hai. Vì lý do an toàn nên cậu đã mua một chiếc tạp dề bằng chì của nha sĩ để tự bảo vệ nội tạng của mình, và luôn vứt bỏ quần áo và giày đã dùng sau khi ở mấy tiếng trong nhà kho. (Sau này, mẹ và dượng cậu thừa nhận rằng mình đã thấy cậu vứt bỏ quần áo vẫn còn tốt và nghĩ rằng điều này thật kỳ dị. Họ chỉ cho rằng David thông minh hơn mình và biết bản thân đang làm gì.)

Trong toàn bộ công việc cậu đã tiến hành, có lẽ phần dễ nhất là tìm kiếm Th-232. Các hợp chất thori có điểm nóng chảy cực cao, vì vậy chúng phát sáng rất mạnh khi được đốt nóng. Chúng quá nguy hiểm để làm bóng đèn gia dụng, nhưng trong công nghiệp – đặc biệt là ngành khai thác mỏ – đèn thori rất phổ biến. Đèn thori đốt nóng các lưới măng sông thay vì dây tóc. David đã đặt mua hàng trăm lưới măng sông từ một hiệu bán buôn mà không bị nghi ngờ gì. Với sự tiến bộ về hóa học của mình, cậu dùng đèn hàn đốt lớp măng sông để thu được tro thori, rồi xử lý tro bằng lượng liti đáng giá 1.000 đô la Mỹ mà cậu lấy được từ việc dùng kìm cắt những cục pin. Đốt nóng liti và tro trên đèn đốt Bunsen đã giúp tinh chế thori, mang lại cho David một lớp "áo khoác" tốt cho lõi lò phản ứng của mình.

Thật không may (mà đúng ra phải nói là thật may), vì dù có am hiểu tính chất hóa học của các chất phóng xạ ra sao đi nữa thì David vẫn còn thiếu kiến thức về vật lý. Muốn có được U-233, David cần U-235 để bắn phá Th-232. Vì vậy, cậu gắn một máy đếm Geiger (một thiết bị phát hiện phóng xạ) trên chiếc xe Pontiac và đi khắp vùng nông thôn Michigan với hy vọng

tìm được nguồn urani. Nhưng urani trong tự nhiên thường là U-238 có tính phóng xạ yếu. (Tìm ra cách làm giàu U-235 từ quặng U-238 – vốn là hai đồng vị giống hệt nhau về mặt hóa học – là một thành tựu lớn của Dự án Manhattan.) Cuối cùng David đã có được quặng urani từ một tay buôn lậu ở Cộng hòa Séc, nhưng nó vẫn là U-238 chưa làm giàu mà không phải là U-235 kém bền cần cho phản ứng phân hạch. David cuối cùng cũng từ bỏ cách tiếp cận này; cậu chế tạo một "khẩu súng neutron" để bắn phá thori nhằm thu được U-233 cũng kém bền như vậy (nhưng khẩu súng hiếm khi hoạt động).

Truyền thông sau đó đã giật tít khiến nhiều người lầm tưởng rằng David gần như đã thành công trong việc chế tạo lò phản ứng trong nhà kho. Nhà vật lý hạt nhân huyền thoại Al Ghiorso từng ước tính rằng lượng nhiên liệu phân hạch mà David có thấp hơn mức cần thiết ít nhất một tỷ tỷ lần. Những vật liệu nguy hiểm mà David đã thu thập có thể đã rút ngắn tuổi thọ của cậu (tùy thuộc vào mức độ phơi nhiễm), và khả năng này rất lớn. Có nhiều cách để tự đầu độc bản thân bằng chất phóng xạ, nhưng lại có rất ít cách để tạo ra thứ hữu ích từ chúng dù có các biện pháp kiểm soát thích hợp chăng nữa.

Cảnh sát đã không chần chừ khi họ phát hiện ra kế hoạch của David. Đêm nọ, họ tìm thấy David khi cậu đang loay hoay quanh một chiếc xe đang đỗ và cho rằng đây là một tên trộm lốp xe. Sau khi bắt giữ và thực hiện các biện pháp nghiệp vụ, họ đã lục soát chiếc Pontiac của cậu dù David đã tốt bụng cảnh báo rằng xe chứa đầy chất phóng xạ. Họ thẩm vấn cậu về những lọ bột lạ tìm được. David đủ khôn ngoan để không đề cập đến "món hàng nóng" trong nhà kho – dù hầu hết đã được tháo dỡ – vì sợ rằng mình sẽ làm quá đà và gây ra một vụ nổ lớn. Vụ án của David kéo dài suốt nhiều tháng vì các cơ quan liên bang Mỹ mải tranh cãi về người đứng sau David, bởi chưa từng có ai cố gắng cứu thế giới bất hợp pháp bằng năng lượng hạt nhân cả. Trong khi đó, vì sợ nhà bị tịch biên nên mẹ David đã vào phòng thí nghiệm của cậu và ném hầu hết mọi thứ vào thùng rác. Nhiều tháng sau đó, những cảnh sát mặc đồ bảo hộ chống phóng xạ mới ập vào để lục soát nhà kho của David. Ngay cả khi đó, các hộp và dụng cụ còn sót lại vẫn có độ phóng xạ cao hơn mức an toàn hàng ngàn lần.

David đã được thả do không có ý xấu (và sự kiện ngày 11/9/2001 cũng chưa xảy ra). Cậu đã tranh cãi với cha mẹ về tương lai của mình; và sau khi tốt nghiệp trung học, cậu gia nhập Hải quân Mỹ vì rất muốn làm việc trên tàu ngầm hạt nhân. Nhưng với hồ sơ như vậy, Hải quân Mỹ không thể mạo hiểm để David làm việc trong các lò phản ứng nên họ đã phân cậu vào nhà bếp và lau sàn tàu. Thật đáng tiếc cho David khi cậu không có cơ hội làm việc trong môi trường khoa học thực sự với các điều kiện đảm bảo về an toàn. Biết đâu được, có lẽ sự nhiệt tình và tài năng non trẻ của David sẽ làm được điều tốt.

Đoạn kết câu chuyện về hướng đạo sinh yêu thích chất phóng xạ này thật đáng buồn. Sau khi giải ngũ, David trở về quê và lang thang khắp nơi. Vài năm sau đó, vào năm 2007, cảnh sát đã bắt gặp anh can thiệp vào (thực tế là ăn cắp) cảm biến khói tại tòa chung cư mình đang ở. Chiếu theo tiền sự của David thì đây là một hành vi phạm tội nghiêm trọng, vì cảm biến khói hoạt động nhờ nguyên tố phóng xạ americi. Americi là một nguồn hạt alpha dồi dào, có thể tạo ra dòng điện bên trong cảm biến khói. Khi khói hấp thụ các hạt alpha, dòng điện sẽ bị gián đoạn và kích hoạt chuông báo động. David đã dùng americi để chế tạo súng bắn neutron thô sơ của mình (vì hạt alpha có thể đánh bật neutron khỏi nguyên tử của một số nguyên tố nhất định). Khi còn là hướng đạo sinh, anh từng bị bắt vì đánh cắp cảm biến khói tại một trại hè và bị đuổi khỏi đó.

Năm 2007, ảnh chụp David lúc bị bắt xuất hiện trên các phương tiện truyền thông đã cho thấy một khuôn mặt bị lở loét với những vết đỏ, như thể anh bị mụn nặng và đã nặn đến khi chúng chảy máu. Nổi mụn nhiều như vậy là điều bất thường với một người 31 tuổi. Kết luận không thể chối cãi là anh lần nữa sống lại thời niên thiếu với các thí nghiệm hạt nhân. Hóa học lần nữa đánh lừa David Hahn, người không bao giờ nhận ra rằng bảng tuần hoàn đầy rẫy sự lừa dối. Đó là một lời nhắc nhở khủng khiếp rằng: dù các nguyên tố nặng ở cuối bảng tuần hoàn không độc (theo cách truyền thống) bằng các nguyên tố trong “hành lang độc” thì chúng vẫn thừa sức hủy hoại một cuộc đời.

Chương 10
Uống hai nguyên tố và sáng mai gọi tôi

29	23	64	47	16	45
Cu	V	Gd	Ag	S	Rh
63,546	50,941	157,253	107,868	32,066	102,905

Bảng tuần hoàn là một thứ "tiền hậu bất nhất", và những nguyên tố độc hại ra mặt như "hành lang độc" vẫn còn rất dễ hiểu so với hầu hết các nguyên tố khác. Các nguyên tố ít được biết tới gây ra những thứ khó nắm bắt bên trong cơ thể: thường là xấu, nhưng đôi khi cũng tốt. Tùy từng trường hợp, một nguyên tố có thể là độc dược hoặc cũng có thể là liều thuốc cải tử hoàn sinh. Các nguyên tố được chuyển hóa theo cách bất ngờ có thể mang đến những công cụ chẩn bệnh mới. Dược tính của các nguyên tố thậm chí có thể cho ta thấy cơ chế hình thành sự sống từ những mảnh vụn hóa học vô tri của bảng tuần hoàn.

Một số nguyên tố đã xác lập danh tiếng trong vai trò là thuốc từ rất lâu rồi. Các tướng lĩnh La Mã được cho là có sức khỏe tốt hơn binh sĩ vì họ dùng bữa bằng đĩa bạc. Và mặc dù tiền xu chẳng có tác dụng gì tại những nơi hoang dã, hầu hết các gia đình châu Âu đi khai hoang châu Mỹ trước đây đều có ít nhất một đồng xu bạc xịn đồng hành trong chuyến rong ruổi trên xe ngựa Conestoga. Đồng xu nằm dưới đáy bình sữa, nhằm giữ sữa không bị hỏng chứ chẳng phải giấu giếm gì. Nhà thiên văn học nổi tiếng Tycho Brahe – bị xẻo mất mũi vì quyết đấu khi say xỉn vào năm 1566 trong một phòng tiệc có ánh đèn lờ mờ – thậm chí còn được cho là đã đặt làm một chiếc mũi bạc để thay cho chiếc mũi cũ. Bạc là thứ đồ trang sức thời thượng, và quan trọng hơn là có thể giảm nhiễm trùng. Hạn chế duy nhất là màu bạc đặc hữu đã khiến Brahe phải mang theo phấn nền để bôi lên chiếc mũi giả đó.

Các nhà khảo cổ học hiếu kỳ sau này đã khai quật mộ của Brahe và tìm thấy một lớp màu xanh lá cây ở phía trước hộp sọ của ông – nghĩa là Brahe không mang mũi bạc, mà mang mũi đồng nhẹ và rẻ tiền hơn.* (Hoặc có thể ông đã thay mũi tùy theo người mà mình sẽ gặp, giống như thay bông tai.)

Nhưng dù là đồng hay bạc thì ý nghĩa của câu chuyện cũng không khác nhiều. Mặc dù cả hai "phương thuốc dân gian" này đã không còn được sử dụng từ lâu, nhưng khoa học ngày nay đã xác nhận rằng các nguyên tố này có khả năng diệt khuẩn. Bạc quá đắt để sử dụng hằng ngày, nhưng ống đồng là tiêu chuẩn an toàn không thể thiếu trong các tòa nhà ngày nay. Đồng bắt đầu sự nghiệp vì sức khỏe cộng đồng vào khoảng tháng bảy năm 1976, khi một bệnh dịch bùng phát từ một khách sạn ở Philadelphia. Vi khuẩn chưa từng thấy này len lỏi theo đường thông khí ẩm ướt của hệ thống điều hòa không khí, sinh sôi và theo luồng khí lạnh tràn qua các khe điều hòa. Chỉ trong vài ngày, hàng trăm người tại khách sạn đã bị "cúm" và có 34 người thiệt mạng. Khi ấy, khách sạn này đang cho một nhóm cựu binh lê dương Mỹ *(American Legion)* thuê trung tâm hội nghị; nên dù không phải mọi nạn nhân đều là lính nhưng bệnh này vẫn được gọi là bệnh Lê dương *(Legionnaires)*.

Các đạo luật được đưa ra nhằm đối phó bệnh dịch yêu cầu làm sạch hệ thống ống nước và điều hòa không khí. Đồng đã chứng minh rằng nó là cách đơn giản nhất và rẻ nhất để cải thiện tình hình. Nếu vi khuẩn, nấm hoặc tảo di chuyển trên một thứ làm bằng đồng, chúng sẽ hấp thụ các nguyên tử đồng. Sự trao đổi chất của các tế bào đã hấp thụ đồng sẽ bị phá vỡ (tế bào người không bị ảnh hưởng) và giết chết vi khuẩn sau vài giờ. Hiệu ứng "tự khử trùng" *(oligodynamic)* này giúp kim loại ít vi trùng hơn gỗ hay nhựa. Đây là lý do chúng ta có các tay nắm cửa bằng đồng và thanh chắn kim loại ở nơi công cộng. Nó cũng giải thích lý do tại sao hầu hết đồng xu được xử lý cẩn thận ở Mỹ lại chứa tới 90% đồng hoặc được tráng đồng* (như đồng xu một cent). Ống đồng trong hệ thống điều hòa cũng giúp làm sạch những vi khuẩn khó chịu ẩn nấp ở đó.

Vanadi (nguyên tố thứ 23) cũng có hiệu quả sát khuẩn tương tự nhưng kém hơn đôi chút. Nó còn có tác dụng phụ khá kỳ lạ ở nam giới: vanadi là chất diệt tinh trùng tốt nhất từng được phát minh. Hầu hết các chất diệt tinh trùng đều hòa tan lớp màng chất béo bao quanh tế bào tinh trùng và khiến chúng hoàn toàn tan rã. Không may là mọi tế bào đều có màng chất béo, nên chất diệt tinh trùng thường gây kích ứng niêm mạc âm đạo và khiến phụ nữ dễ bị nhiễm trùng nấm. Chuyện này không vui chút nào. Vanadi thì

tránh hòa tan vô tội vạ mà chỉ đơn giản làm rụng đuôi tinh trùng và khiến chúng bơi vòng như những chiếc thuyền lẻ mái.*

Vanadi đã không được thương mại hóa dưới dạng thuốc diệt tinh trùng, vì biết một loại thuốc hay nguyên tố cho tác dụng mong muốn trong phòng thí nghiệm và biết cách tận dụng tác dụng này để làm ra loại thuốc an toàn với con người là hai việc rất khác nhau. Và đây là một điều hiển nhiên trong y học. Tuy dược tính là vậy nhưng khả năng chuyển hóa sinh học của nguyên tố vanadi vẫn chưa rõ ràng. Ngoài ra, khả năng điều hòa đường huyết của nó vẫn còn là một bí ẩn. Vậy nên dù có độc tính nhẹ, nước giàu vanadi từ các con suối của núi Phú Sĩ vẫn được quảng cáo là có tác dụng chữa bệnh tiểu đường (như vài trang web tuyên bố).

Một số nguyên tố cũng chuyển mình thành những loại thuốc hiệu quả, như nguyên tố gadolini từng bị coi là vô dụng nay đã trở thành một loại thuốc diệt ung thư tiềm năng. Giá trị của gadolini đến từ nhiều electron chưa ghép đôi. Dù luôn sẵn sàng liên kết với electron của các nguyên tử khác, electron trong cùng một nguyên tử lại “xa cách” nhau hết mức có thể. Hãy nhớ rằng electron tồn tại trong các lớp và mỗi lớp tiếp tục chia thành các orbital, mỗi orbital chứa tối đa hai electron. Thật kỳ lạ, cách các electron lấp đầy orbital cũng giống như cách hành khách tìm chỗ ngồi trên xe buýt: mỗi electron tự “ngồi” vào một orbital cho đến khi buộc phải ghép cặp với một electron khác.* Kể cả khi đó, chúng vẫn rất “kén cá chọn canh”: hai electron trong cùng một orbital luôn có spin ngược nhau. Spin là thuộc tính liên quan đến từ trường của electron. Liên hệ electron, spin và từ tính có vẻ kỳ lạ nhưng các hạt tích điện có spin luôn có từ trường vĩnh cửu, giống như những Trái Đất tí hon vậy. Khi hai electron có spin ngược chiều ghép đôi với nhau, từ trường của chúng sẽ tự triệt tiêu nhau.

Gadolini là một nguyên tố nằm ở giữa các nguyên tố đất hiếm và có số lượng electron chưa ghép đôi lớn nhất. Số lượng lớn electron chưa ghép đôi này cho phép gadolini có khả năng từ hóa mạnh hơn bất kỳ nguyên tố nào khác. Một tính năng tuyệt vời để chụp cộng hưởng từ (MRI). Máy MRI hoạt động bằng cách dùng nam châm cực mạnh để từ hóa nhẹ mô trong cơ thể, sau đó ngắt các nam châm. Khi tắt nam châm, các mô sẽ thư giãn, tự định hướng lại một cách ngẫu nhiên và trở nên vô hình với từ trường.

Gadolini có từ tính cao nên mất nhiều thời gian hơn để thư giãn, và máy MRI nhận ra sự khác biệt đó. Bằng cách thêm gadolini vào các chất tìm kiếm khối u – chất chỉ tìm kiếm và liên kết với các khối u – bác sĩ có thể xác định được khối u khi quét MRI. Về cơ bản, gadolini tạo ra sự tương phản giữa khối u và mô bình thường; khối u sẽ nổi bật như một hòn đảo trắng trong biển mô màu xám hoặc như một đám mây đen trên bầu trời trắng sáng (tùy máy).

Gadolini còn có thể làm được nhiều điều hơn là chỉ chẩn đoán khối u. Nó có thể giúp các bác sĩ tiêu diệt những khối u đó bằng bức xạ mạnh. Các electron chưa ghép đôi cho phép gadolini hấp thụ các neutron mà mô bình thường không thể hấp thụ tốt. Việc hấp thụ neutron biến gadolini thành chất phóng xạ, và sẽ phá hủy các mô xung quanh khi phân rã. Thường thì kích hoạt những "quả bom hạt nhân nano" như vậy bên trong cơ thể không phải là điều tốt, nhưng nếu các bác sĩ có thể khiến các khối u hấp thụ gadolini thì đây là cách lấy độc trị độc hiệu quả. Thêm nữa, gadolini cũng ức chế các protein sửa chữa ADN của tế bào ung thư, khiến chúng không thể xây dựng lại nhiễm sắc thể đã hỏng của mình. Bất cứ ai từng bị ung thư đều có thể chứng thực rằng gadolini nồng độ cao sẽ tiêu diệt tế bào bệnh hiệu quả hơn hóa trị và xạ trị bình thường (tiêu diệt cả tế bào ung thư lẫn tế bào lành xung quanh) rất nhiều. Trong khi hai kỹ thuật kia như bom cháy, một ngày nào đó, gadolini có thể cho phép các bác sĩ chữa trị ung thư mà không cần phẫu thuật.*

Điều này không có nghĩa nguyên tố thứ 64 là thuốc tiên. Các nguyên tố thường sẽ có một số tác dụng không mong muốn trong cơ thể, và gadolini cũng có tác dụng phụ như bất kỳ nguyên tố nào mà chúng ta không tiêu thụ thường xuyên. Một số bệnh nhân không thể thải nó ra khỏi cơ thể và gặp phải các vấn đề về thận. Nhiều người khác cho biết nó khiến cơ bắp họ cứng như khi mới chết, da đanh lại như da thuộc (gây khó thở ở một số trường hợp). Có vẻ có một cộng đồng mạng đông đảo cho rằng uống gadolini khi chụp MRI đã hủy hoại sức khỏe của họ.

Và như một điều hết sức hiển nhiên, Internet là nơi thú vị để tìm hiểu những tuyên bố chung chung về các nguyên tố chữa bệnh ít người biết. Hầu hết mọi nguyên tố không phải là kim loại độc (thỉnh thoảng cả những

nguyên tố có độc) được một số trang web y học thay thế rao bán như thực phẩm chức năng.* Cũng chẳng ngẫu nhiên khi bạn thấy các công ty luật chuyên về thương tích cá nhân trên Internet sẵn sàng kiện mọi pháp nhân vì đã khiến thân chủ của mình phơi nhiễm với gần như mọi nguyên tố. Dường như thông điệp của những "bậc thầy sức khỏe" đã lan truyền sâu rộng hơn giới luật gia, nên các nguyên tố chữa bệnh (như viên ngậm kẽm) ngày một phổ biến hơn, đặc biệt khi chúng là phương thuốc dân gian. Trong một thế kỷ qua, thuốc kê theo toa của bác sĩ đã dần thay thế các phương thuốc dân gian; nhưng niềm tin sa sút với thuốc Tây đã khiến một số người quay lại tự kê các "phương thuốc" như bạc.*

Nói đi cũng phải nói lại, việc dùng bạc không hẳn là không có căn cứ khoa học, vì nó cũng có tác dụng tự khử trùng tương tự đồng. Điều khác biệt là hợp chất chứa bạc sẽ khiến da bạn chuyển thành màu xanh lam *vĩnh viễn* nếu nuốt phải. Nghe đã tệ, sự thật còn tệ hơn. "Da xanh" chỉ là cách nói rất giản lược mà thôi. Nó có thể khiến mọi người liên tưởng tới màu lam neon vui nhộn, nhưng thực ra thì những xác sống Xì Trum xám ngoét xanh lè ghê rợn mới là hình ảnh chính xác.

Rất may là căn bệnh *argyria* (bệnh sạm da do bạc) này không nguy hiểm tới tính mạng và không làm tổn thương nội tạng. Đầu thế kỷ 20, một người đàn ông thậm chí còn kiếm sống trong gánh tạp kỹ nhờ làn da xanh của mình sau khi dùng bạc nitrat quá liều để chữa bệnh giang mai (và cách này không hiệu quả). Thời nay, Stan Jones – một người theo chủ nghĩa sinh tồn, đảng viên Đảng Tự Do – đến từ Montana đã chạy đua vào Thượng viện Mỹ vào năm 2002 và 2006, bất chấp màu da xanh kỳ lạ của mình. Quá trình này đã đem lại cho Jones và cả giới truyền thông nhiều niềm vui. Khi được hỏi về cảm nhận của bản thân khi bị trẻ em và người lớn trên đường chỉ trỏ, ông điềm nhiên trả lời "tôi nói với họ rằng mình đang thử trang điểm cho Halloween".

Jones cũng vui vẻ giải thích về cách mình nhiễm bệnh argyria. Nghe phong thanh được về các thuyết âm mưu, Jones đã bị ám ảnh với sự cố máy tính Y2K[1] từ năm 1995, đặc biệt là khả năng thiếu kháng sinh trong thảm họa cận kề ấy. Ông tin rằng hệ miễn dịch của mình nên được chuẩn bị sẵn sàng, và bắt đầu điều chế một loại rượu lậu chứa bạc tại nhà bằng cách nhúng pin

9 volt quấn dây bạc vào bồn nước. Ngay cả những người có niềm đam mê bạc mãnh liệt cũng không khuyến khích phương thức này, vì dòng điện mạnh cỡ đó sẽ hòa tan cực nhiều ion bạc vào nước. Jones uống dung dịch đặc biệt ấy đều đặn suốt bốn năm rưỡi và chỉ dừng lại vào tháng 1 năm 2000, khi Y2K không xảy ra.

[1]. Y2K là tên gọi dùng để chỉ sự cố máy tính diễn ra vào thời khắc đầu tiên bước sang năm 2000. Nhiều dự báo bi quan được đưa ra như hệ thống máy tính sẽ sụp đổ hoàn toàn, hệ thống giao thông ngưng trệ, ngân hàng, chính phủ, các tập đoàn sản xuất và những nơi sử dụng máy tính vào quản lý công việc sẽ phải đóng cửa. (BTV)

Bất chấp sự ngờ nghệch ấy và mặc dù bị trêu chọc trong suốt các chiến dịch tranh cử vào Thượng viện Mỹ, Jones vẫn không hề hối hận. Ông chắc chắn không tranh cử để thức tỉnh Cục quản lý Thực phẩm và Dược phẩm – với phong cách của chủ nghĩa tự do, chỉ can thiệp khi các phương pháp chữa trị gây ra tác hại cấp tính hay hứa hẹn viển vông. Một năm sau khi thua cuộc trong kỳ bầu cử năm 2002, Jones đã phát biểu với một tạp chí quốc gia của Mỹ: “Dùng [bạc] quá liều là lỗi của tôi, nhưng tôi vẫn tin đó là loại kháng sinh tốt nhất thế giới. Nếu nước Mỹ bị tấn công bởi vũ khí sinh học, hoặc bản thân mắc bất kỳ loại bệnh nào, tôi sẽ lập tức dùng lại nó. Chỉ cần được sống thì da chuyển sang màu tím cũng chẳng sá gì.”

Bất chấp lời khuyên của Stan Jones, các loại thuốc tốt nhất ngày nay vẫn ở dạng hợp chất chứ không phải là đơn chất. Tuy nhiên, một số nguyên tố lại có vai trò lớn trong lịch sử y dược hiện đại. Chúng chủ yếu liên quan tới những người hùng khoa học lặng lẽ giống như Gerhard Domagk, nhưng lại bắt đầu từ Louis Pasteur và khám phá kỳ lạ về một tính chất cơ bản của các phân tử sinh học gọi là “tính thuận” *(handedness)* có trong mọi sinh vật sống.

Lạ thay, trong khi đa phần chúng ta xem ra đều thuận tay phải thì thực ra lại không. Các amino axit trong mọi protein của cơ thể bạn đều có khuynh hướng thuận trái. Trên thực tế, hầu hết protein trong các dạng sống từng tồn tại trên Trái Đất đều thuận trái. Nếu giới sinh học thiên văn tìm thấy một vi khuẩn trên sao băng hoặc vệ tinh của Sao Mộc, thì gần như chắc

chắn rằng họ sẽ kiểm tra tính thuận trong các protein của nó đầu tiên. Nếu các protein thuận trái, nhiều khả năng là vi khuẩn đó bắt nguồn từ Trái Đất. Nếu thuận phải thì đó chắc chắn là sự sống ngoài hành tinh.

Pasteur nhận ra tính thuận này vì sự nghiệp nghiên cứu các mảnh nhỏ của sự sống của ông bắt đầu với tư cách là một nhà hóa học. Năm 1849, ở tuổi 26, ông được một nhà máy rượu đề nghị nghiên cứu axit tactric – một chất thải vô hại trong quy trình sản xuất rượu vang. Hạt nho và thân nấm men phân hủy thành axit tactric dạng tinh thể trong cặn của thùng rượu. Loại axit tactric lên men tự nhiên từ nấm men này có một tính chất thú vị. Nếu hòa nó vào nước và chiếu một tia sáng phân cực qua dung dịch, thì tia sáng sẽ quay thuận chiều kim đồng hồ theo phương thẳng đứng (giống như quay mặt số của điện thoại bàn cổ). Axit tactric nhân tạo trong công nghiệp hoàn toàn không có tính chất ấy: tia sáng phân cực chiếu vào nó sẽ đi thẳng từ dưới lên trên. Pasteur muốn tìm ra nguyên nhân.

Ông cho rằng điều này không liên quan gì đến thành phần và tính chất hóa học vốn giống hệt nhau của hai loại axit tactric này. Chỉ khi soi các tinh thể dưới kính lúp, ông mới nhận thấy sự khác biệt. Các tinh thể axit tactric tự nhiên từ nấm men đều thuận trái, giống như những nắm tay trái nhỏ bị đứt lìa vậy. Axit tactric nhân tạo trong công nghiệp thuận cả trái và phải. Bị hiện tượng này hấp dẫn, Pasteur bắt đầu việc tẻ nhạt ngoài sức tưởng tượng là dùng nhíp gắp riêng các tinh thể thuận trái và thuận phải nhỏ như hạt muối ra khỏi nhau. Sau đó, ông hòa tan từng loại vào nước và thử với nhiều chùm sáng. Đúng như ông nghi ngờ, tinh thể axit tactric sinh ra từ nấm men khiến ánh sáng phân cực chiếu vào quay theo chiều kim đồng hồ, còn tinh thể thuận phải khiến ánh sáng phân cực quay theo chiều ngược lại (độ lớn của các góc này đều bằng nhau).

Pasteur đề cập đến những kết quả này với người thầy Jean Baptiste Biot, người mà trước đó đã phát hiện ra một số hợp chất có thể làm quay ánh sáng. Biot yêu cầu Pasteur làm lại thí nghiệm này và đã vỡ òa trước sự tráng lệ của nó. Pasteur đã chỉ ra rằng hai loại axit tactric này giống hệt nhau về bản chất, nhưng có tính thuận khác nhau. Quan trọng hơn, Pasteur sau đó đã mở rộng ý tưởng này và cho thấy tự nhiên có sự thiên vị mạnh

mẽ với các phân tử chỉ thuận một bên, hay còn gọi là “thủ tính” (*chirality*).*

Sau này Pasteur thừa nhận rằng ông đã gặp may với công trình tuyệt vời này; vì không như hầu hết phân tử, thủ tính của axit tactric rất dễ phát hiện. Và dù không ai lường trước được mối liên hệ giữa thủ tính và ánh sáng phân cực, Pasteur đã có người thầy Biot hướng dẫn trong các thí nghiệm quang học cần thiết. Trùng hợp là ngay cả thời tiết cũng ủng hộ ông. Khi chuẩn bị axit tactric nhân tạo, Pasteur đã làm mát nó trên bệ cửa sổ. Loại axit này chỉ phân tách thành các tinh thể thuận trái và thuận phải ở dưới 26°C, và ông sẽ không bao giờ phát hiện ra thủ tính nếu trời ấm hơn. Tuy nhiên, Pasteur biết rằng may mắn chỉ là một phần trong thành công của mình. Như chính ông từng nói: “Cơ hội chỉ đến với trí tuệ chuyên cần.”

Pasteur đã có đủ kỹ năng để đón nhận những “may mắn” trong suốt cuộc đời mình. Dù không phải là người đầu tiên, nhưng ông đã thực hiện thí nghiệm với nước thịt trong các bình vô trùng và bác bỏ sự tồn tại của “nguyên tố sinh lực” trong không khí một cách hùng hồn. Không thế lực siêu nhiên nào có thể hồi sinh vật chất đã chết. Sự sống chỉ được tạo nên từ các nguyên tố trên bảng tuần hoàn, dù đây vẫn còn là bí ẩn. Pasteur cũng phát triển quá trình thanh trùng: tiêu diệt các mầm bệnh truyền nhiễm trong sữa nhờ gia nhiệt. Thành tựu lẫy lừng nhất của ông lúc bấy giờ là cứu sống một cậu bé bằng vaccine bệnh dại, và được nước Pháp tôn vinh là anh hùng dân tộc. Dựa vào danh tiếng đó, ông mở viện nghiên cứu mang tên mình ở ngoại ô Paris để tiếp tục phát triển lý thuyết mang tính cách mạng về mầm bệnh của mình.

Không phải ngẫu nhiên mà vào những năm 1930, một số nhà khoa học cay độc tại Viện Pasteur đã tìm ra cơ chế hoạt động của loại kháng sinh nhân tạo đầu tiên và “tròng thêm ách lên cổ” truyền nhân của Pasteur: Gerhard Domagk – nhà vi trùng học vĩ đại thời đó.

Đầu tháng 12 năm 1935, con gái Hildegard của Domagk đã trượt chân ngã cầu thang tại nhà ở Wuppertal (Đức), chiếc kim khâu trên tay đâm ngược vào tay, rồi gãy và yên vị trong đó. Một bác sĩ đã gắp mảnh kim gãy ra, nhưng vài ngày sau, Hildegard vẫn lờ đờ, sốt cao và nhiễm liên cầu khuẩn

nghiêm trọng trên toàn cánh tay. Khi tình trạng của con gái ngày càng tồi tệ, Domagk đau lòng cực độ bởi ông biết rõ rằng những bệnh nhiễm trùng như vậy sẽ dẫn tới cái chết đau đớn. Một khi vi khuẩn bắt đầu sinh sôi, không loại thuốc nào ngăn được chúng.

Ngoại trừ một loại thuốc, hay đúng hơn nó chỉ là một loại thuốc "có thể sẽ hữu dụng". Đó thực ra là một loại thuốc nhuộm công nghiệp màu đỏ mà Domagk âm thầm thử nghiệm trong phòng thí nghiệm trước đó. Ngày 20/12/1932, ông đã tiêm lượng liên cầu khuẩn cao gấp mười lần mức gây tử vong vào một lứa chuột, rồi làm tương tự với một lứa khác. Sau 90 phút, ông tiêm tiếp thuốc nhuộm công nghiệp prontosil vào lứa thứ hai. Vào đêm Giáng sinh, Domagk – lúc đó chỉ là một nhà hóa học không có gì nổi bật – đã quay lại phòng thí nghiệm của mình để xem xét. Tất cả chuột trong lứa thứ hai đều sống. Lứa đầu tiên đã chết hết.

Đó không phải điều duy nhất mà Domagk đắn đo trong lúc ông thức trông con gái mình. Prontosil là phân tử hữu cơ chứa vòng benzen cùng một nguyên tử lưu huỳnh (điều này có chút bất thường) với đặc tính không thể đoán trước. Người Đức lúc bấy giờ có niềm tin hơi lạ lùng rằng thuốc nhuộm giết chết các vi khuẩn bằng cách nhuộm sai màu cho các cơ quan quan trọng của chúng. Nhưng prontosil lại không hiệu quả với vi khuẩn trong ống nghiệm dù nó giết được vi khuẩn ở chuột. Các vi khuẩn trong ống nghiệm vẫn thản nhiên bơi tung tăng trong màu đỏ. Không ai biết nguyên nhân của hiện tượng này; thế nên nhiều bác sĩ châu Âu phản đối và bài xích phương pháp "hóa trị liệu" này của người Đức, cho rằng nó kém xa cách điều trị nhiễm trùng bằng phẫu thuật. Thực ra thì ngay bản thân Domagk cũng không mấy tin tưởng vào loại thuốc của mình. Từ thí nghiệm trên chuột vào năm 1932 đến khi Hidegard gặp tai nạn, các thử nghiệm lâm sàng tạm thời ở người diễn ra tốt đẹp, nhưng đôi khi vẫn có tác dụng phụ nghiêm trọng (chưa kể đến chuyện nó khiến mặt bệnh nhân đỏ như tôm luộc). Vì mục đích cao cả, Domagk sẵn sàng chấp nhận sự thật rằng bệnh nhân thử nghiệm lâm sàng có thể thiệt mạng bất cứ lúc nào; nhưng ông không đành lòng mạo hiểm với mạng sống của chính con gái mình.

Domagk thấy mình đang ở trong tình huống tiến thoái lưỡng nan hệt như Pasteur 50 năm trước, khi một bà mẹ đưa con trai bị chó dại cắn đến Viện Pasteur ở Pháp. Cậu bé gần như không thể đi được nữa. Pasteur đã tiêm vaccine bệnh dại mới chỉ thử nghiệm trên động vật vào cơ thể bệnh nhân này và cậu bé đã sống.* Pasteur lúc đó vẫn chưa được cấp phép hành nghề bác sĩ, và sẽ đối mặt nguy cơ bị truy tố hình sự nếu thất bại. Còn nếu Domagk thất bại, ông sẽ phải chịu thêm nỗi dằn vặt khi chính tay hại chết con gái mình. Nhưng khi tình trạng của Hildegard mỗi lúc một tệ hơn thì ông càng lúc càng bị ám ảnh bởi ký ức về hai chuồng chuột trong đêm Giáng sinh: một chuồng đầy những con còn sống và đang mải ăn, chuồng kia thì im ắng. Khi bác sĩ của Hildegard tuyên bố sẽ phải cắt bỏ cánh tay cô, Domagk không thể do dự được nữa. Ông vi phạm hầu hết quy tắc nghiên cứu để lén lấy một số liều thuốc thử nghiệm từ phòng thí nghiệm và tiêm thứ chất lỏng có màu máu cho con gái.

Ban đầu, tình trạng của Hildegard xấu đi: cơn sốt tăng vọt và mê man trong vài tuần sau đó, nhưng cô đột nhiên ổn định đúng ba năm sau thí nghiệm trên chuột của cha mình. Cô vẫn sống với hai cánh tay còn nguyên vẹn.

Dù rất phấn khích, nhưng Domagk không đề cập đến thí nghiệm bí mật của mình với các đồng nghiệp để không làm sai lệch kết quả của các bệnh nhân thử nghiệm lâm sàng. Nhưng dù không hề hay tin về Hildegard, đồng nghiệp vẫn biết rằng Domagk đã đạt được một bước đột phá vĩ đại: thuốc kháng sinh nhân tạo đầu tiên. Vai trò của loại thuốc này không hề bị thổi phồng một chút nào. Thời Domagk đã có nhiều nhiều lĩnh vực hiện đại hóa: vận chuyển liên lục địa bằng tàu hỏa và liên lạc quốc tế nhanh chóng qua điện báo. Nhưng điều còn thiếu là hy vọng sống sót trước những bệnh nhiễm trùng, dù là thông thường nhất. Có prontosil, loại bệnh tàn phá loài người từ buổi đầu của lịch sử dường như đã bị chinh phục, thậm chí có thể bị xóa sổ hoàn toàn. Câu hỏi duy nhất còn lại là prontosil hoạt động như thế nào.

Để giải thích điều này, tôi phải xin lỗi độc giả trước. Tôi ghét phải nói rằng quy tắc bát tử có những trường hợp ngoại lệ sau khi đã trình bày chi tiết về tính thiết thực của nó trong các phần trước, và prontosil có được khả năng kháng sinh chính là nhờ vi phạm quy tắc ấy. Cụ thể thì khi được bao quanh

bởi nguyên tử của các nguyên tố hoạt động hóa học mạnh, lưu huỳnh sẽ dùng cả 6 electron ở lớp ngoài cùng để tham gia liên kết với chúng và nâng tổng số electron trong các liên kết đó lên 12 chứ không phải 8. Trong trường hợp prontosil, lưu huỳnh chia sẻ một electron với cacbon của vòng benzen, một electron với nitơ và hai electron với mỗi (trong hai) nguyên tử oxy tham lam. Sáu liên kết này có tổng cộng là 12 electron. Chỉ lưu huỳnh mới làm được điều này. Lưu huỳnh nằm ở chu kỳ ba của bảng tuần hoàn nên đủ lớn để nhận nhiều hơn 8 electron, qua đó gắn kết tất cả những phần quan trọng trong prontosil với nhau; và vẫn đủ nhỏ để mọi thứ vừa vào trong sắp xếp không gian ba chiều.

Vốn là một nhà vi khuẩn học và không rành về hóa học, Domagk cuối cùng đã quyết định công bố kết quả của mình để các nhà khoa học khác giúp ông tìm ra cách thức prontosil hoạt động. Nhưng prontosil gặp phải những trở ngại thương mại nhạy cảm. Công ty hóa chất I.G. Farbenindustrie (nơi sản xuất Zyklon B của Fritz Haber sau này) mà Domagk làm việc đã bán prontosil ra thị trường dưới danh nghĩa thuốc nhuộm, nhưng họ lại nộp đơn xin gia hạn bằng sáng chế dưới danh nghĩa dược phẩm ngay sau Giáng sinh năm 1932. Khi bằng chứng lâm sàng cho thấy thuốc hoạt động tốt ở người, IGF càng tích cực giữ chặt quyền sở hữu trí tuệ với protosil dược phẩm. Domagk muốn công bố kết quả của mình, nhưng công ty đã buộc ông phải trì hoãn đến khi bằng sáng chế prontosil dược phẩm được thông qua. Điều này khiến Domagk và IGF bị chỉ trích, vì trong khi các luật sư còn đang mải tranh luận thì nhiều người vẫn tiếp tục chết vì nhiễm trùng. Sau đó, IGF đã để Domagk xuất bản công trình trên một tạp chí ít người biết và viết bằng tiếng Đức, nhằm ngăn các công ty khác tìm hiểu về prontosil.

Bất chấp sự đề phòng và lời hứa hẹn rằng prontosil sẽ làm nên cách mạng y học, thuốc đã thất bại khi tung ra thị trường. Các bác sĩ nước ngoài tiếp tục bài xích và nhiều người không tin rằng nó hiệu quả. Mãi cho đến khi thuốc cứu được Franklin Delano Roosevelt Jr. khỏi bệnh viêm họng liên cầu khuẩn nghiêm trọng vào năm 1936 và được giật tít trên *The New York Times*, prontosil và nguyên tử lưu huỳnh đặc biệt của nó mới giành được sự tôn trọng. Domagk đột nhiên trở thành “con gà đẻ trứng vàng” của IGF, và mọi điều chưa rõ trong cách thức hoạt động của prontosil dường như không còn quan trọng nữa. Chẳng ai thèm quan tâm khi doanh số bán hàng năm

1936 tăng gấp năm lần, và doanh số năm 1937 tiếp tục tăng gấp năm lần năm 1936.

Cùng lúc đó, các nhà khoa học tại Viện Pasteur ở Pháp đã đọc được bài đăng tạp chí ít người biết của Domagk. Khi việc chống lại quyền sở hữu trí tuệ (họ ghét các bằng sáng chế vì chúng cản trở nghiên cứu cơ bản) và sự thù ghét người Đức gặp nhau, những người Pháp này lập tức "thọc gậy bánh xe" bằng sáng chế của IGF. (Hiềm khích cũng là một động lực sinh ra thiên tài, đừng bao giờ đánh giá thấp nó.)

Đúng là prontosil có khả năng sát khuẩn tốt như quảng cáo, nhưng các nhà khoa học tại Viện Pasteur nhận thấy một số điều kỳ lạ khi lần theo dấu vết của nó trong cơ thể. Đầu tiên: tác dụng sát khuẩn không trực tiếp đến từ prontosil mà từ sunfonamit (một dẫn xuất của protosil chỉ xuất hiện khi có tác động hóa học từ tế bào của động vật có vú). Điều này lập tức giải thích tại sao vi khuẩn trong ống nghiệm không bị ảnh hưởng: vì không có tế bào động vật có vú để tác động hóa học tới prontosil. Thứ hai: sunfonamit – với một nguyên tử lưu huỳnh trung tâm liên kết với vòng benzen – ngăn cản việc sản xuất axit folic mà mọi tế bào đều cần để làm dưỡng chất cho quá trình sao chép ADN và phân bào. Động vật có vú phải thu thập axit folic từ thức ăn nên không sợ sunfonamit làm hỏng tế bào của mình. Nhưng vi khuẩn phải tự sản xuất axit folic nếu muốn nhân lên nhờ quá trình nguyên phân. Các nhà khoa học Pháp đã chứng minh rằng Domagk không phát hiện ra chất sát khuẩn, mà là chất "tránh thai" cho vi khuẩn!

Phân tích này về prontosil là một tin cực kỳ tuyệt vời, không chỉ về mặt y tế. Sunfonamit (phần quan trọng nhất của prontosil) được phát minh từ nhiều năm trước và bằng sáng chế được cấp cho I.G. Farbenindustrie năm 1909*, nhưng bị lãng quên vì IGF chỉ thử nghiệm nó để làm thuốc nhuộm. Đến giữa những năm 1930, bằng sáng chế đã hết hạn. Các nhà khoa học của Viện Pasteur công bố kết quả của họ với vẻ dương dương tự đắc, cho phép mọi người lờ đi bằng sáng chế prontosil. Domagk và IGF tất nhiên phản đối, cho rằng prontosil mới là yếu tố quan trọng chứ không phải sunfonamit. Nhưng trước các bằng chứng chồng chất, họ đã từ bỏ tuyên bố của mình. Công ty đã mất hàng triệu đô la Mỹ đầu tư sản phẩm và có thể là

thêm hàng trăm triệu lợi nhuận, khi các đối thủ cạnh tranh tham gia thị trường và tổng hợp “các loại thuốc sunfa khác”.

Bất chấp sự thất vọng về chuyên môn của Domagk, giới khoa học vẫn hiểu được sự quan trọng trong công trình của ông, và truyền nhân của Pasteur đã được trao giải Nobel Y-Sinh năm 1939 (chỉ bảy năm sau thí nghiệm với chuột đêm Giáng sinh). Nhưng giải Nobel này lại vô tình khiến Domagk gặp tai họa. Căm ghét Ủy ban Nobel vì đã trao giải Nobel Hòa bình năm 1935 cho một nhà báo chống phát xít và theo chủ nghĩa hòa bình, nên *ngài Quốc Trưởng* đã quy định rằng bất kỳ người Đức nào nhận được giải Nobel đều là có tội. Cơ quan mật vụ Gestapo của Đức đã bắt giam và tra tấn Domagk vì “tội” này. Khi Thế Chiến II nổ ra, Domagk đã chuộc lỗi một chút bằng cách thuyết phục Đức Quốc Xã (lúc đầu họ không tin) rằng thuốc của ông có thể cứu binh lính khỏi bị hoại tử. Nhưng khi đó quân Đồng minh cũng có thuốc sunfa, và danh tiếng của Domagk lên tới tột đỉnh khi thuốc của ông cứu sống Thủ tướng Anh Winston Churchill – người đã góp phần vào sự thất bại của nước Đức sau này – vào năm 1942.

Chuyện ngày càng tệ hơn khi loại thuốc mà Domagk dùng để cứu mạng con gái trở thành một “trào lưu” nhất thời nguy hiểm. Mọi người uống sunfonamit mỗi khi đau họng, sổ mũi và coi nó là thuốc tiên. Niềm tin của họ đã phải trả giá khi những gian thương ở Mỹ kiếm lợi từ trào lưu này nhờ bán thuốc sunfa được làm ngọt bằng chất chống đông. Hàng trăm người đã chết trong vòng vài tuần, một bằng chứng nữa cho thấy sự nhẹ dạ của con người với những loại thuốc “chữa bách bệnh”.

Kháng sinh là đỉnh cao của những khám phá của Pasteur về vi trùng. Nhưng không phải bệnh nào cũng do vi trùng; nhiều bệnh có nguồn gốc từ các vấn đề hóa học hoặc hormone. Và y học hiện đại bắt đầu nhắm đến loại bệnh thứ hai này chỉ sau khi thừa nhận một khám phá vĩ đại khác của Pasteur trong sinh học: thủ tính. Không lâu sau câu nói nổi tiếng về cơ hội và sự chuyên cần, Pasteur đề cập đến một bí ẩn thực sự: điều gì cấu thành sự sống? Sau khi xác định tự nhiên có sự thiên vị sâu sắc với thủ tính, Pasteur cho rằng thủ tính là “lằn ranh rõ ràng duy nhất cho đến thời điểm hiện tại giữa tính chất hóa học của *chất sống* và *chất không sống*”.* Nếu

bạn từng tự hỏi về định nghĩa "sự sống" thì đây chính là đáp án về mặt hóa học.

Tuyên bố của Pasteur trở thành kim chỉ nam cho ngành hóa sinh trong suốt một thế kỷ, và các bác sĩ đã đạt được tiến bộ đáng kinh ngạc trong việc tìm hiểu bệnh. Cùng lúc đó, nhận thức này cũng ngụ ý rằng việc chữa bệnh (mục tiêu chính) cần các hormone và phân tử hóa sinh có thủ tính. Châm ngôn sâu sắc và hữu ích của Pasteur kín đáo chỉ ra sự kém cỏi của giới khoa học. Ông cũng cho rằng sự khác biệt giữa hóa học "chết" trong phòng thí nghiệm và hóa học trên các tế bào của cơ thể sống là không dễ gì khỏa lấp.

Điều này không ngăn được những nỗ lực thử nghiệm. Một số nhà khoa học đã thu được các chất có thủ tính nhờ chưng cất tinh chất và hormone từ động vật, nhưng cách thực hiện quá vất vả. (Vào những năm 1920, hai nhà hóa học ở Chicago đã phải ép vài tấn tinh hoàn bò để có được vài chục gram testosterone tinh khiết đầu tiên.) Một cách tiếp cận khả thi khác là bỏ qua sự phân biệt của Pasteur và sản xuất cả phân tử hóa sinh thuận phải và phân tử thuận trái. Điều này khá dễ dàng, bởi theo thống kê thì lượng phân tử thuận trái và thuận phải tạo thành trong phản ứng có tỷ lệ gần như nhau. Vấn đề là các phân tử có tính thuận khác nhau sẽ thể hiện tính chất khác nhau trong cơ thể. Mùi của vỏ cam và vỏ chanh bắt nguồn từ hai phiên bản khác thủ tính của cùng một chất: một thuận phải và một thuận trái. Các phân tử có tính thuận không phù hợp thậm chí còn phá hủy đặc tính sinh học của những phân tử thuận trái cấu thành các sinh vật trên Trái Đất. Vào những năm 1950, một công ty dược phẩm của Đức đã tung ra thị trường một loại thuốc chữa nghén cho phụ nữ mang thai; nhưng những hoạt chất có tác dụng chữa bệnh bị lẫn với dạng có tính thuận sai vì các nhà khoa học không thể tách chúng ra. Những dị tật bẩm sinh kỳ lạ ở trẻ sinh ra sau đó – đặc biệt là thiếu chân tay hoặc tay chân dính vào thân như vây cá – đã biến thalidomit thành thảm họa dược phẩm tồi tệ nhất thế kỷ 20.*

Thảm họa thalidomit khiến triển vọng của các loại thuốc mang thủ tính trở nên mờ mịt hơn bao giờ hết. Nhưng trong lúc mọi người đang khóc thương cho những đứa trẻ phải chịu ảnh hưởng của thảm họa thalidomit, nhà hóa học William Knowles ở St. Louis đã bắt đầu thử nghiệm rodi – "người hùng nguyên tố" không ngờ tới – trong một phòng thí nghiệm tư

nhân tại công ty nông nghiệp Monsanto. Knowles đã lẳng lặng phớt lờ quan niệm của Pasteur và chứng minh rằng chất "không sống" vẫn có thể tiếp thêm sinh lực cho "chất sống", miễn là bạn hiểu rõ về nó.

Knowles có một phân tử hai chiều và muốn biến nó thành ba chiều, bởi phiên bản thuận trái của phân tử ba chiều cho thấy những tác dụng đầy hứa hẹn với các bệnh về não như Parkinson. Điểm mấu chốt là tạo ra phân tử ba chiều có tính thuận như mong muốn. Cần lưu ý rằng phân tử hai chiều không thể có thủ tính, chỉ phân tử ba chiều mới có (ví dụ: mảnh bìa phẳng thuận phải luôn có thể lật để thuận trái). Nhưng các chất vô tri trong một phản ứng hóa học thì làm sao biết phân biệt thủ tính?* Chúng luôn tạo ra cả hai, trừ khi bị lừa.

"Cú lừa" của Knowles là chất xúc tác rodi. Chất xúc tác khiến tốc độ phản ứng tăng nhanh đến mức khó mà hình dung nổi. Một số chất xúc tác làm tốc độ phản ứng tăng gấp hàng triệu, hàng tỷ, thậm chí hàng ngàn tỷ lần. Tác động của rodi tới phản ứng là khá nhanh, và Knowles phát hiện ra rằng một nguyên tử rodi có thể "gắn thêm một chiều" cho vô số phân tử hai chiều của mình. Vì vậy, ông gắn rodi vào tâm một hợp chất có sẵn thủ tính để tạo ra một chất xúc tác có thủ tính.

Hay ở chỗ là cả chất xúc tác được gắn rodi và phân tử đích hai chiều đều cồng kềnh, nên khi chúng tiếp cận nhau để phản ứng, ta có thể mường tượng như hai con vật béo múp đang cố gắng "yêu đương". Tức là chất xúc tác có thủ tính chỉ có thể gắn nguyên tử rodi của nó vào phân tử hai chiều tại đúng một vị trí. Và từ vị trí đó, do vướng víu mà phân tử hai chiều sẽ "phình lên" thành một phân tử ba chiều có thủ tính chỉ theo một hướng.

Khả năng kết hợp hạn chế cùng khả năng tăng tốc phản ứng của chất xúc tác gắn rodi đồng nghĩa với việc Knowles chỉ còn phải thực hiện một phần nhỏ của quá trình khó khăn là tạo ra chất xúc tác rodi có thủ tính, và vẫn thu được nhiều nhiều phân tử thuận đúng bên.

Đó là năm 1968 và công cuộc tổng hợp thuốc hiện đại cũng bắt đầu vào thời điểm này – thời điểm mà sau này đã đem lại cho Knowles giải Nobel

Hóa học năm 2001.

Loại thuốc mà Knowles tạo ra nhờ rodi chính là levo-dihydroxyphenylalanin (còn gọi là L-dopa) lừng danh trong cuốn sách *Awakenings* (tạm dịch: Thức tỉnh) của Oliver Sacks. Theo đó, L-dopa đã đánh thức 80 bệnh nhân bị Parkinson nặng sau khi mắc bệnh viêm não rối loạn hôn mê *(encephalitis lethargica)* vào những năm 1920. Tất cả đã bị "cách ly" khỏi cuộc sống thường nhật. Nhiều người mê man suốt bốn thập kỷ, số khác thì căng trương lực liên tục. Sacks mô tả họ là "những người hoàn toàn thiếu năng lượng, động lực, sự chủ động, khẩu vị hay ham muốn […] chẳng khác gì hồn ma vất vưởng thụ động hay ngọn núi lửa đã tắt."

Năm 1967, một bác sĩ đã thành công lớn trong việc điều trị Parkinson bằng L-dopa – tiền chất của dopamine trong não. (Giống như prontosil của Domagk, L-dopa cần được tác động về mặt sinh học trong cơ thể.) Chỉ có điều, các phiên bản thuận phải và thuận trái của chúng rất khó phân tách và thuốc có giá gần 10.000 đô la Mỹ mỗi kilogram. Theo Sacks ghi lại thì "giá của L-dopa bắt đầu giảm mạnh vào cuối năm 1968" – điều này hệt như một phép màu, dù không biết được nguyên nhân. Nhờ đột phá của Knowles cởi trói, Sacks bắt đầu điều trị cho bệnh nhân bất động do căng trương lực của mình ở New York không lâu sau đó. Và "vào mùa xuân năm 1969, những 'ngọn núi lửa đã tắt' này lại thức tỉnh theo cách không ai ngờ được".

Núi lửa là một phép ẩn dụ chính xác, vì thuốc có tác dụng phụ. Một số người trở nên tăng động với suy nghĩ dồn dập, số khác gặp ảo giác hoặc cắn xé mọi thứ. Nhưng họ hầu như đều thích sự hưng phấn L-dopa mang lại hơn tình trạng lãng đãng trước đây. Sacks nhớ lại rằng gia đình và nhân viên bệnh viện xem như họ "đã chết" từ lâu, chính một số bệnh nhân cũng tự coi mình như vậy. Phiên bản levo- dihydroxyphenylalanin thuận trái của Knowles đã hồi sinh họ. Châm ngôn của Pasteur rằng những chất với thủ tính hợp lý có thể mang lại sự sống lần nữa được chứng minh là đúng.

Chương 11
Những nguyên tố lừa lọc

N Ti Be K Na I

Khó mà ngờ được rằng một kim loại màu xám vô danh như rodi có thể tạo ra thứ kỳ diệu như L-dopa. Nhưng ngay cả sau hàng trăm năm, các nguyên tố chưa bao giờ ngừng khiến chúng ta ngạc nhiên, theo những cách cả tốt lẫn xấu. Nguyên tố có thể làm rối loạn năm giác quan và nhịp thở ổn định của chúng ta; iốt thậm chí còn "đánh lừa" năng lực bậc cao nhất của con người. Các nhà hóa học biết rất nhiều về đặc điểm của các nguyên tố (như điểm nóng chảy hay hàm lượng trong vỏ Trái Đất). Mọi tính chất vật lý của chúng đều được liệt kê rất chi tiết trong *Handbook of Chemistry and Physics* (Sổ tay Hóa học và Vật lý) dày 2.804 trang, nặng khoảng 3,6 kg – được coi là cuốn Kinh Koran của hóa học. Ở cấp độ nguyên tử, ta có thể dự đoán được tính chất của các nguyên tố. Còn trong điều kiện sinh học hỗn loạn thì không. Ngay cả các nguyên tố thường thấy hằng ngày cũng có thể mang đến vài ngạc nhiên thú vị trong hoàn cảnh đặc biệt.

Ngày 19 tháng 3 năm 1981, tại trụ sở Cape Canaveral của NASA, một "ngày mô phỏng" dài 33 giờ vừa kết thúc với quá trình mô phỏng cất cánh hoàn hảo. Tàu con thoi *Columbia* tiên tiến nhất từng được thiết kế sẽ khởi động trong sứ mệnh đầu tiên vào tháng tư theo dự kiến, và những kết quả thử nghiệm tốt khiến NASA tự tin hơn bao giờ hết. Phần khó khăn trong ngày đã qua, năm kỹ thuật viên mệt lử đã gỡ một tấm panel trên tàu con thoi mô phỏng và bò vào một khoang chật chội để kiểm tra hệ thống theo thường lệ. Họ thiếp đi rất nhanh sau đó, toàn bộ quá trình yên tĩnh đến lạ thường.

Cho tới khi đó, NASA chưa có thêm tai nạn chết người nào trên mặt đất hay ngoài vũ trụ kể từ năm 1967 – khi ba phi hành gia bị chết thiêu trong quá trình huấn luyện cho tàu *Apollo 1*. Lúc đó, NASA luôn lo lắng về việc cắt giảm tải trọng cất cánh nên chỉ cho phép oxy tinh khiết (mà không phải

không khí, vốn chứa 80% nitơ – hay 80% "tải trọng thừa") lưu thông trong tàu vũ trụ. Thật không may – như NASA công nhận trong một báo cáo kỹ thuật năm 1966 – "[lửa] cháy nhanh hơn và nóng hơn trong oxy tinh khiết, vì không có nitơ (như trong không khí) để hấp thụ một phần nhiệt hoặc cản trở sự cháy". Ngay sau khi phân tử oxy (O_2) được gia nhiệt, chúng phân ly thành các nguyên tử oxy (O) và đánh cắp electron từ các nguyên tử gần đó, khiến lửa nóng hơn. Oxy không cần quá nhiều tác động để tạo ra phản ứng. Một số kỹ sư lo rằng ngay cả tĩnh điện từ miếng dán Velcro trên bộ đồ phi hành gia cũng có thể khiến oxy nguyên chất bùng cháy. Báo cáo kết luận rằng mặc dù "khí trơ không duy trì sự cháy đã được cân nhắc… nhưng chúng chẳng những không cần thiết mà còn ngày càng phức tạp".

Kết luận đó có thể đúng trong không gian, nơi áp suất khí quyển không tồn tại và chỉ cần một chút khí bên trong để giữ cho tàu vũ trụ không co sụp vào trong. Nhưng khi tập luyện trên Trái Đất, các kỹ thuật viên NASA phải bơm rất nhiều oxy vào các thiết bị mô phỏng để giữ cho các bức tường không bị ép nát. Điều này nguy hiểm hơn nhiều, vì ngay cả những tia lửa nhỏ cũng cháy dữ dội trong oxy nguyên chất. Một tia lửa không rõ nguyên nhân đã lóe lên trong lần tập dượt năm 1967, nuốt chửng module và thiêu sống ba phi hành gia bên trong.

Thảm họa này làm sáng tỏ nhiều vấn đề và NASA đã quyết định rằng họ cần nạp khí không duy trì sự cháy cho mọi tàu con thoi và mô phỏng sau đó, dù phức tạp hay không. Trong sứ mệnh năm 1981 của tàu con thoi *Columbia*, họ đã bơm đầy nitơ (N_2) không duy trì sự cháy vào bất kỳ ngăn nào có thể tạo tia lửa. Các bộ phận điện tử và động cơ hoạt động tốt trong nitơ, và nếu tia lửa điện có lóe lên thì phân tử nitơ – có các liên kết bền hơn oxy rất nhiều – sẽ dập tắt nó. Người bước vào một khoang chứa nitơ chỉ cần đeo mặt nạ dưỡng khí, hoặc đợi đến khi nitơ được bơm ra cho không khí bình thường tràn vào. Nhưng quy chuẩn an toàn đã không được tuân thủ vào ngày 19 tháng 3, khi đã có người đưa ra thông báo an toàn quá sớm. Các kỹ thuật viên cứ thế bò vào khoang rồi ngất đi cùng lúc vì thiếu dưỡng khí. Nitơ không chỉ ngăn các neuron thần kinh và tế bào tim hấp thụ oxy mới; mà còn trộm cả oxy các tế bào lưu trữ cho tình huống khẩn cấp và khiến họ chết nhanh hơn. Đội cứu hộ kéo cả năm người ra ngoài nhưng

chỉ có thể cứu được ba người. John Bjornstad đã chết, còn Forrest Cole qua đời trong tình trạng hôn mê vào ngày Cá tháng Tư.

Để "công bằng" với NASA, trong vài thập kỷ qua, nitơ cũng giết chết nhiều thợ mỏ và những người làm việc trong máy gia tốc hạt dưới lòng đất*, và luôn trong cùng những tình huống kinh dị giống như vậy. Người đầu tiên ngã quỵ sau vài giây mà không có lý do rõ ràng. Người thứ hai và đôi khi là thứ ba theo vào sau cũng không qua khỏi. Đáng sợ nhất là không ai giãy dụa nổi khi chết. Hoảng loạn không xảy ra mặc dù thiếu oxy. Điều đó có vẻ khó tin với người từng bị đuối nước. Bản năng sinh tồn sẽ đẩy họ lên mặt nước. Nhưng tim, phổi và bộ não thực sự không có thước đo oxy. Chúng chỉ quan tâm hai điều: ta có đang hít vào bất kỳ loại khí nào hay không, và có đang thở ra CO_2 hay không. CO_2 tan trong máu tạo thành axit cacbonic; và miễn là CO_2 được thanh lọc theo từng hơi thở để làm giảm axit, bộ não sẽ coi như không có gì bất ổn. Đó thật ra chỉ là một phương án tạm thời mà tiến hóa mang lại cho ta. Sẽ tốt hơn nếu theo dõi được nồng độ oxy, vì đó mới là thứ mà chúng ta khao khát. Nhưng với tế bào mà nói, việc kiểm tra xem lượng axit cacbonic đã giảm gần tới 0 hay chưa sẽ dễ dàng hơn, nên chúng quyết định chỉ làm thế.

Nitơ cản trở hệ thống đó. Nó không mùi, không màu và không làm tích tụ axit trong mạch máu. Chúng ta hít nó vào và thở ra dễ dàng, phổi cảm thấy thư giãn nên không gửi tín hiệu báo động tới não. Kẻ sát nhân "nhân đạo" này dễ dàng luồn lách qua hệ thống an ninh của cơ thể với vẻ thân thuộc. (Thật trớ trêu khi tên nhóm của các nguyên tố trong cột của nitơ – "pnictogen" – nghĩa là "nghẹt thở" hay "thắt cổ" trong tiếng Hy Lạp.) Các kỹ thuật viên NASA (những người đầu tiên thiệt mạng vì tàu con thoi tai ương *Columbia* đã nổ tung thành từng mảnh và rơi khắp Texas 22 năm sau đó) hẳn đã thấy lâng lâng và uể oải trong cơn say nitơ. Nhưng bất cứ ai cũng sẽ như vậy sau 33 giờ làm việc, và vì vẫn thở ra khí CO_2 được nên não họ không phản ứng mấy trước khi ngất đi và não ngừng hoạt động.

Do phải chống lại vi khuẩn và các sinh vật sống khác nên hệ miễn dịch tinh vi hơn hệ hô hấp về mặt sinh học. Điều đó không có nghĩa là nó không bị lừa dối. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, bảng tuần hoàn "đánh lừa" hệ miễn dịch vì lợi ích của chính cơ thể bằng một vài chiêu hóa học.

Năm 1952, bác sĩ người Thụy Điển Per-Ingvar Brånemark đang nghiên cứu cơ chế tạo ra các tế bào máu mới của tủy. Là người vững thần kinh, Brånemark muốn quan sát trực tiếp điều này. Ông đục vài lỗ trên xương đùi của thỏ và che lại bằng một "cửa sổ" titan mỏng như tờ giấy, trong suốt với ánh sáng mạnh. Việc quan sát đã diễn ra tốt đẹp và Brånemark quyết định bỏ màng titan đắt tiền ra để thử nghiệm nhiều hơn. Thật bực mình, chúng không hề nhúc nhích. Ông đã bỏ những miếng titan đó (và cả lũ thỏ tội nghiệp). Nhưng titan luôn dính chặt vào xương đùi của thỏ trong các thí nghiệm sau đó, khiến Brånemark phải kiểm tra mọi thứ kỹ lưỡng hơn. Những gì ông thấy khiến việc theo dõi các tế bào máu mới đột nhiên kém hấp dẫn hơn và giúp cách mạng hóa ngành sản xuất bộ phận giả buồn tẻ lúc bấy giờ.

Từ xa xưa, các bác sĩ đã thay thế các chi bị mất bằng các bộ phận giả bằng gỗ vụng về. Trong và sau Cách mạng Công nghiệp, kim loại dần thay thế cho gỗ. Những cựu binh của Thế Chiến I đôi khi còn mang mặt nạ thiếc có thể tháo rời để giúp họ không bị đám đông nhìn chằm chằm. Nhưng không ai có thể tích hợp kim loại hoặc gỗ vào cơ thể, vốn là giải pháp lý tưởng. Hệ miễn dịch từ chối mọi bộ phận như vậy, cho dù chúng được làm bằng vàng, kẽm, magie hay bàng quang lợn mạ crom chăng nữa. Là người nghiên cứu về máu, Brånemark biết rõ nguyên nhân: do các tế bào máu thường bọc chặt vật ngoại lai bằng collagen dạng sợi bóng bẩy và mềm mại. Cơ chế bọc khối ngăn rò rỉ này hoạt động rất hiệu quả với các trường hợp như bị trúng đạn chì khi đi săn. Nhưng các tế bào không đủ thông minh để phân biệt vật ngoại lai có hại và có ích; nên bộ phận mới nào rồi cũng sẽ được bọc trong collagen và bắt đầu trượt ra hoặc bị gãy sau khi cấy ghép vài tháng.

Điều này xảy ra ngay cả với các nguyên tố kim loại mà cơ thể đã chuyển hóa được (như sắt). Và vì cơ thể không cần titan (dù là mức vi lượng) nên dường như hệ miễn dịch cũng sẽ không chấp nhận titan. Tuy nhiên, vì một lý do nào đó, Brånemark nhận thấy điều ngược lại. Titan "thôi miên" các tế bào máu: không hề kích hoạt phản ứng miễn dịch, thậm chí lừa các tế bào tạo xương gắn vào mình như thể nó chính là xương thực sự. Titan có thể hòa nhập hoàn toàn với cơ thể và lừa dối để làm lợi cho cơ thể. Từ năm

1952, titan đã trở thành chất dùng để sản xuất răng giả, ngón tay và hốc giả tiêu chuẩn (như ổ cối mà mẹ tôi được lắp vào đầu những năm 1990).

Vận rủi ở tầm vĩ mô đã khiến bệnh viêm khớp ăn mòn sụn ở hông của mẹ tôi khi còn trẻ, khiến xương bà liên tục nghiến vào nhau như chày mài vào cối. Bà phải thay toàn bộ khớp háng ở tuổi 35. Họ khoan lỗ trên xương hông và đóng những chiếc chuôi bằng titan vào phần xương đùi đã bị cưa đi, còn chỏm gắn vào xương chậu giống như bắt vít vào đường tàu vậy. Vài tháng sau, khi lần đầu tiên bà đi bộ mà không đau đớn sau nhiều năm, tôi hớn hở nói với mọi người rằng mẹ mình vừa phẫu thuật giống cầu thủ Bo Jackson.

Thật không may, một phần vì bà yêu con quý cháu, khớp háng lại hỏng và cơn đau viêm lại tái phát sau chín năm. Một êkip bác sĩ khác phải mổ cho bà một lần nữa. Hóa ra thành phần nhựa trong ổ cối giả bắt đầu vỡ, và cơ thể đã tấn công mạnh mẽ vào các mảnh nhựa và mô xung quanh rồi bọc chúng trong collagen. Chén titan bắt vào xương chậu chưa hỏng, nhưng vẫn phải tháo ra để lắp hõm titan mới. Các bác sĩ phẫu thuật tại Mayo Clinic đã tặng mẹ tôi cái chén ban đầu làm kỷ niệm, vì bà là bệnh nhân thay khớp háng hai lần trẻ nhất từ trước đến nay của họ. Bà vẫn còn giữ nó trong một phong bì giấy manila ở nhà. Nó to chừng một nửa quả bóng tennis, và ngày nay – sau một thập kỷ – vài mảnh xương trắng vẫn còn gắn chặt vào bề mặt titan màu xám đen.

Tiên tiến hơn hệ miễn dịch vô thức là các giác quan của chúng ta – xúc giác, vị giác và khứu giác – cầu nối giữa cơ thể và tâm trí. Nhưng giờ đây, chúng ta hẳn đã thấy rõ rằng mức độ phức tạp cao đồng thời cũng mang đến những điểm yếu mới và khó lường cho các cơ thể sống. “Sự lừa dối đầy thiện ý” của titan hóa ra chỉ là một ngoại lệ. Nhân loại tin tưởng vào các giác quan của mình để có được thông tin đúng đắn về thế giới và tự vệ trước nguy hiểm, nhưng ta sẽ cảm thấy hãi hùng khi biết chúng cả tin đến mức nào.

Các thụ thể cảnh báo trong miệng sẽ nhắc bạn buông một thìa đầy xúp nóng xuống trước khi bị bỏng lưỡi; nhưng thật kỳ lạ, chất capsaicin trong ớt dùng để làm ra sốt salsa cũng kích thích các thụ thể đó. Bạc hà mang lại

cảm giác mát trong miệng vì tinh dầu của nó chiếm giữ các thụ thể tiếp nhận cảm giác lạnh, khiến bạn rùng mình như thể vừa có một cơn gió lạnh thổi qua. Các nguyên tố cũng tác động tương tự với mùi và hương vị. Người bị dính dù chỉ một chút telu cũng sẽ bốc mùi hăng như tỏi suốt nhiều tuần; và những người khác đều nhận ra sự hiện diện của người kia bởi mùi này lưu lại trong không khí suốt nhiều giờ. Khó hiểu hơn, beri (nguyên tố thứ 4) thậm chí còn có vị như đường. Hơn bất kỳ chất dinh dưỡng nào khác, đường là nguồn cung cấp năng lượng nhanh chóng nhất cho con người. Và sau hàng ngàn năm sinh tồn trong tự nhiên, bạn hẳn cho rằng cơ thể chúng ta có các cơ chế khá tinh vi để phát hiện đường. Nhưng beri – một kim loại nhợt nhạt, khó nóng chảy, không tan trong nước, bề ngoài hoàn toàn khác đường có cấu trúc mạch vòng – lại có vị giống hệt đường.

Đây dường như sẽ là một sự ngụy trang thú vị nếu không tính tới việc beri – với vị ngọt lúc ban đầu – sẽ mau chóng trở nên độc hại.* Theo một số ước tính, có đến 1/10 dân số (tương đương với tỷ lệ dị ứng đậu phộng) đặc biệt mẫn cảm với bệnh do phơi nhiễm beri cấp. Ngay cả với phần còn lại, phơi nhiễm bột beri cũng có thể để lại sẹo trong phổi tương tự bệnh viêm phổi do hít phải SiO_2 mịn, như nhà khoa học vĩ đại Enrico Fermi đã phát hiện ra. Khi còn trẻ, Fermi ngạo mạn đã sử dụng bột beri trong các thí nghiệm với urani phóng xạ. Beri trở thành ứng viên tuyệt vời cho những thí nghiệm với chất phóng xạ, bởi nó giảm tốc các hạt phát ra. Và thay vì để các hạt ấy phát tán vô ích vào không khí, beri sẽ đẩy chúng trở lại mạng tinh thể urani để đánh bật thêm các hạt khác. Trong những năm cuối đời, sau khi chuyển từ Ý sang Mỹ, Fermi liều lĩnh đến nỗi ông bắt đầu phản ứng hạt nhân dây chuyền đầu tiên tại sân bóng quần của Đại học Chicago. (May thay, ông cũng đủ tài trí để ngừng phản ứng này lại kịp lúc.) Nhưng trong khi thuần hóa năng lượng hạt nhân thì beri đã giết chết Fermi. Ông vô tình hít quá nhiều "đường của nhà hóa học" này khi còn trẻ, và đã qua đời vì bệnh viêm phổi khu trú ở tuổi 53 khi đang phải thở bình oxy với hai lá phổi nát vụn.

Beri có thể đánh lừa con người (lẽ ra nên khôn ngoan hơn) một phần vì vị giác của chúng ta rất kỳ quặc. Kỳ thực, năm loại chồi vị giác cũng có vài loại đáng tin cậy. Các chồi phát hiện vị đắng rà soát thức ăn – đặc biệt là ở

thực vật – để tìm ra các chất độc hại chứa nitơ (như chất xyanua trong hạt táo). Chồi phát hiện vị thơm ngon – vị umami – đi tìm glutamat (chữ cái G trong MSG[1]). Gốc glutamat trong axit glutamic giúp tạo ra protein, nên những chồi này giúp phát hiện thực phẩm giàu protein. Nhưng các chồi phát hiện vị ngọt và chua rất dễ lừa. Beri đánh lừa được chúng, giống như một protein đặc biệt trong một số loại quả mọng. Protein kỳ diệu này là miraculin, giúp loại bỏ vị chua khó chịu trong thực phẩm mà không thay đổi cường độ của vị, để giấm táo có vị như rượu táo, sốt Tabasco có vị như sốt cà chua marinara. Miraculin tắt các chồi phát hiện vị chua, liên kết với chồi phát hiện vị ngọt và đưa chúng vào chế độ cảnh báo dành cho các ion H^+ từ axit. Tương tự, những người vô tình hít phải axit clohydric hoặc axit sunfuric thường nhớ lại cảm giác ghê răng như thể họ phải ăn những lát chanh cực chua. Nhưng như Gilbert Lewis đã chứng minh: axit liên quan mật thiết với electron và các điện tích. Ở cấp độ phân tử, "chua" chỉ đơn giản là những gì chúng ta cảm thấy khi các chồi vị giác mở ra và ion H^+ ùa vào. Khi một dòng điện – dòng các hạt mang điện tích – chạy qua lưỡi, chúng ta cũng sẽ cảm nhận được vị chua. Nhà khoa học Ý là Bá tước Alessandro Volta (tên ông được đặt cho đơn vị "volt" của điện áp) đã chứng minh điều này vào khoảng năm 1800 bằng một thí nghiệm thông minh. Volta xếp tình nguyện viên thành một hàng, mỗi người nhéo lưỡi của người bên cạnh. Hai người ở đầu mỗi hàng cùng đặt ngón tay lên cực của pin. Mọi người trong hàng lập tức thấy ngón tay của người bên cạnh có vị chua.

[1]. MSG là viết tắt của "Mono sodium glutamate", thành phần chính của bột ngọt. (BTV)

Chồi vị giác phát hiện vị mặn cũng bị ảnh hưởng bởi dòng điện tích, nhưng chỉ với một số nguyên tố nhất định. Natri kích hoạt vị mặn trên lưỡi chúng ta mạnh mẽ nhất, nhưng kali (anh em của natri) cũng có vị mặn như thế. Cả hai nguyên tố tồn tại dưới dạng ion tích điện trong tự nhiên, và lưỡi đã phát hiện các điện tích đó chứ không phải bản thân natri hay kali. Con người phát triển các thụ thể này vì ion Na^+ và K^+ giúp các tế bào thần kinh gửi tín hiệu và co cơ. Nếu không có các ion này, tim sẽ ngừng đập và chúng

ta sẽ chết não theo đúng nghĩa đen. Với lưỡi của con người, các ion quan trọng về mặt sinh lý khác như magie và canxi* đều có vị hơi mặn.

Tất nhiên, bởi hương vị rất phức tạp nên vị mặn không đơn giản như mô tả ở trên. Các ion vô dụng về mặt sinh lý như Li^+ và NH^+ (bắt chước Na^+ và K^+) cũng có vị mặn. Và tùy thuộc vào nguyên tố mà chúng kết hợp cùng, natri và kali còn có thể tạo ra vị ngọt hoặc chua. Đôi khi, cùng một phân tử lại có vị đắng ở nồng độ thấp, nhưng lại biến đổi thần kỳ như theo kiểu Willy Wonka và có vị mặn như muối ở nồng độ cao (chẳng hạn KCl). Kali cũng có thể làm mất vị giác. Kali gymnemat thô có trong lá của dây thìa canh sẽ vô hiệu hóa miraculin – protein thần kỳ biến chua thành ngọt. Trên thực tế, sau khi nhai kali gymnemat, phản ứng gây nghiện mà lưỡi và tim trải nghiệm nhờ glucozơ, saccarozơ hoặc fructozơ sẽ tiêu tan; lúc này đường trên lưỡi cũng chẳng khác gì đụn cát.*

Tất cả những điều này cho thấy hương vị là một con đường khảo sát các nguyên tố siêu tệ. Cơ chế lừa dối của kali với chúng ta thật lạ lùng, nhưng có thể sự kích thích quá mức và đáp ứng cho não bộ quá mức là những chiến lược tốt để đi tìm các chất dinh dưỡng. Trước Cách mạng Pháp, chúng ta mắc lừa beri chủ yếu vì không ai biết đến dạng tinh khiết của nó cho đến khi một nhà hóa học ở Paris phân lập được, nên ta không có thời gian để phát triển cơ chế né tránh chất này. Con người ít nhiều vẫn là sản phẩm của môi trường; dù bộ não phân tích thông tin hóa học trong phòng thí nghiệm hay thiết kế các thí nghiệm giỏi tới mức nào đi nữa, các giác quan của chúng ta rồi cũng sẽ tự đúc kết ra mùi tỏi từ telu và vị ngọt của đường từ beri.

Hương vị là một trong những yếu tố chính mang lại "khoái cảm" cho con người, và chúng ta sẽ luôn phải trầm trồ về sự tinh vi của nó. Khứu giác (thành phần chính để nhận diện hương vị) là giác quan duy nhất kết nối trực tiếp đến trung khu cảm giác của não bộ mà không trải qua quá trình xử lý thần kinh logic. Hương vị là sự kết hợp giữa xúc giác và khứu giác. Nó ăn sâu vào kho xúc cảm của con người hơn bất kỳ giác quan nào, và việc chúng ta hôn kiểu Pháp cũng có lý do riêng của nó. Ta chỉ cần lưu ý ngậm chặt miệng khi "âu yếm" với bảng tuần hoàn là ổn cả.

Một cơ thể sống rất phức tạp, hỗn loạn như hiệu ứng cánh bướm. Nếu tiêm một nguyên tố ngẫu nhiên vào máu, gan hay tuyến tụy thì chúng ta hầu như không biết chuyện gì sẽ xảy ra. Ngay cả tâm trí hay bộ não cũng không ngoại lệ. Các cơ quan cao cấp nhất của con người – logic, trí tuệ và phán đoán – cũng dễ bị các nguyên tố như iốt lừa gạt.

Có lẽ điều này không có gì ngạc nhiên, vì iốt lừa lọc ngay từ cấu trúc hóa học của nó. Các nguyên tố thuộc cùng chu kỳ thường có khối lượng tăng dần từ trái sang phải, và việc tăng nguyên tử khối điều khiển quy luật tuần hoàn. Đây là nội dung chính trong Định luật Tuần hoàn mà Dmitri Mendeleev đưa ra vào những năm 1860: tăng nguyên tử khối là một quy luật phổ quát của vật chất. Nhưng các quy luật tự nhiên phổ quát không thể có ngoại lệ, và Mendeleev biết về một ngoại lệ đặc biệt cứng đầu ở góc dưới bên phải của bảng tuần hoàn. Để telu và iốt có thể nằm cùng nhóm với các nguyên tố có tính chất hóa học tương tự, telu (nguyên tố thứ 52) phải nằm bên trái iốt (nguyên tố thứ 53). Nhưng nguyên tử khối của telu lại lớn hơn iốt và vẫn luôn là thế, bất kể Mendeleev có tức giận và khăng khăng rằng thiết bị cân của các nhà hóa học đã đánh lừa họ bao nhiêu lần chăng nữa. Sự thật vẫn là sự thật.

Ngày nay, sự đảo ngược này chỉ như một mẹo hóa học vô hại, một trò đùa nhẹ nhàng với Mendeleev. Trong số 92 nguyên tố hóa học tự nhiên, có bốn cặp như vậy: agon-kali, coban-niken, iốt-telu, và thori- protactini (và còn một số cặp khác trong số các nguyên tố nhân tạo siêu nặng). Một trăm năm sau Mendeleev, iốt đã dính líu vào một phi vụ lừa đảo lớn và quỷ quyệt hơn, giống như một gã bạc bịp kết hợp với một tay sát thủ mafia vậy. Ngày nay, cả tỷ người Ấn Độ vẫn kháo nhau rằng Mahatma Gandhi cực kỳ ghét iốt. Có lẽ ông cũng ghét urani và plutoni vì những quả bom mà chúng tạo ra, nhưng theo những học trò thừa hưởng tinh thần của Gandhi thì ông căm thù nguyên tố thứ 53 thấu xương tủy.

Năm 1930, Gandhi lãnh đạo người dân Ấn Độ trong Hành trình Muối đến Dandi nổi tiếng để phản đối thuế muối phi lý của Anh. Muối là một trong số ít hàng hóa mà một quốc gia nghèo thâm căn cố đế như Ấn Độ có thể tự sản xuất. Người dân chỉ cần làm bay hơi nước biển rồi bán muối khô trong bao tải trên đường phố. Lòng tham của chính phủ Anh khi đánh thuế

sản xuất muối ở mức 8,2% cũng lố bịch chẳng khác gì việc đánh thuế xúc cát với người Bedouin hay đánh thuế làm băng đá với người Eskimo vậy. Để phản đối điều này, Gandhi và 78 người ủng hộ đã bắt đầu hành trình dài 386 km vào ngày 12 tháng 3. Số người tham gia ngày càng tăng ở mỗi ngôi làng họ đi qua. Đoàn người đã kéo dài tới 3,2 km khi đến thị trấn ven biển Dandi vào ngày 6 tháng 4. Đám đông tập hợp lại quanh Gandhi, và lúc cao trào, Gandhi đã múc một nắm bùn mặn giàu muối rồi nói: "Tôi đang làm rung chuyển nền tảng của Đế chế [Anh] bằng loại muối này!" Đó là "Tiệc trà Boston"[1] của Ấn Độ. Gandhi khuyến khích tất cả mọi người làm muối lậu và không nộp thuế. Và khi Ấn Độ giành độc lập 17 năm sau đó, thứ mà người ta gọi là muối thường đã trở nên rất "thường" ở nước này.

[1]. Tiệc trà Boston (Boston Tea Party) xảy ra ngày 16/12/1773. Nó được tổ chức để phản đối Đạo luật Trà năm 1773 của Quốc hội Anh: nhằm cứu Công ty Đông Ấn đang suy sụp bằng cách giảm đáng kể thuế trà và cấp giấy phép độc quyền buôn bán trà ở Mỹ, cho phép Công ty Đông Ấn bán phá giá trà. Đây là một sự kiện mấu chốt châm ngòi cho sự nổi dậy của 13 bang thuộc địa Mỹ chống lại Anh. (BTV)

Vấn đề duy nhất là "muối thường" chứa ít iốt, một thành phần quan trọng cho sức khỏe. Vào đầu thế kỷ 20, các nước phương Tây đã phát hiện ra rằng bổ sung iốt vào chế độ ăn uống là biện pháp y tế rẻ nhất và hiệu quả nhất mà chính phủ có thể làm để ngăn ngừa dị tật bẩm sinh và chậm phát triển trí tuệ. Bắt đầu từ Thụy Sĩ vào năm 1922, các loại muối bán ra tại nhiều quốc gia bắt buộc phải có iốt, vì đây là phương thức rẻ tiền, dễ dàng để bổ sung khoáng chất cho cơ thể. Các bác sĩ ở Ấn Độ (vốn là nước có tỷ lệ sinh cực kỳ cao và hàm lượng iốt trong đất cực nghèo) nhận ra rằng họ cũng có thể cứu hàng triệu trẻ em ở nước mình thoát khỏi dị tật nhờ thêm iốt vào muối.

Nhưng cả hàng thập kỷ sau Hành trình Muối của Gandhi, nghề làm muối vẫn là một nghề dân làm dân hưởng, và thứ muối iốt được phương Tây đổ vào Ấn Độ vẫn toát mùi thực dân. Khi lợi ích sức khỏe rõ ràng hơn và Ấn Độ trở nên hiện đại hơn, lệnh cấm muối không chứa iốt đã lan rộng giữa các tiểu bang từ những năm 1950 đến những năm 1990, nhưng không phải không có người phản đối. Năm 1998, sự phản đối dữ dội đã nổ ra khi chính

phủ liên bang Ấn Độ buộc ba tiểu bang ngoan cố phải cấm muối thường. Các nhà sản xuất muối nhỏ lẻ phản đối vì sản xuất muối iốt sẽ làm tăng chi phí. Những người Hindu giáo theo chủ nghĩa dân tộc và người ủng hộ Gandhi thì chống lại khoa học mang bản chất xâm lược của phương Tây. Một số người thái quá còn lo lắng vô cớ rằng muối iốt sẽ gây ung thư, tiểu đường, bệnh lao và lạ nhất là cả "tính cáu bẳn". Và chỉ hai năm sau, thủ tướng nước này đã bãi bỏ lệnh cấm liên bang với muối không chứa iốt trước sự thất kinh của Liên Hợp Quốc và mọi bác sĩ Ấn Độ. Loại muối này đáng lẽ chỉ hợp pháp trong ba tiểu bang, nhưng động thái thỏa hiệp trên đã ngầm chấp thuận nó. Điều này khiến tiêu thụ muối iốt giảm tới 13% trên toàn quốc, tỷ lệ dị tật bẩm sinh cũng vì thế mà tăng lên.

May thay, lệnh bãi bỏ đã kết thúc năm 2005 khi thủ tướng mới lại cấm muối không chứa iốt. Nhưng điều này hầu như không giải quyết được vấn đề muối iốt của Ấn Độ. Sự bất mãn với muối iốt nhân danh Gandhi vẫn khiến người ta sôi sục. Liên Hợp Quốc – với hy vọng mang lại tình yêu iốt cho một thế hệ xa rời Gandhi – đã khuyến khích trẻ em lén mang muối từ nhà đến trường. Khi đến lớp, học sinh và giáo viên sẽ chơi trò chơi hóa học: kiểm tra lượng iốt trong muối. Nhưng điều này không hiệu quả. Tuy Ấn Độ chỉ tốn một cent Mỹ trên đầu người mỗi năm để sản xuất đủ muối iốt cho người dân; nhưng chi phí vận chuyển lại rất cao và một nửa dân số (nửa tỷ người) không thể có muối iốt thường xuyên. Hậu quả còn nghiệt ngã hơn cả khuyết tật bẩm sinh: sưng tuyến giáp gây ra chứng bướu cổ xấu xí. Nếu vẫn tiếp tục thiếu hụt iốt, tuyến giáp sẽ co lại. Vì tuyến giáp điều hòa việc sản xuất và giải phóng hormone (gồm cả hormone từ não), nên cơ thể không thể hoạt động bình thường khi thiếu nó. Con người sẽ nhanh chóng mất các khả năng tư duy, thậm chí là còn thui chột trí tuệ.

Nhà triết học người Anh Bertrand Russell – một người theo chủ nghĩa hòa bình nổi bật khác của thế kỷ 20 – từng viện dẫn những sự thật y học về iốt để chống lại sự tồn tại của những linh hồn bất tử. Ông viết: "Năng lượng mà con người dùng để tư duy dường như có nguồn gốc hóa học… Ví dụ: sự thiếu hụt iốt sẽ biến một người thông minh thành thằng ngốc. Các hiện tượng về mặt tinh thần dường như bị ràng buộc với cấu trúc vật chất". Nói cách khác, iốt khiến Russell nhận ra rằng lý trí, cảm xúc và ký ức phụ thuộc vào điều kiện vật chất trong não. Ông cho rằng không có cách nào để

tách rời “linh hồn” khỏi cơ thể; và kết luận đời sống tinh thần phong phú – nguồn gốc mọi vinh quang và phần lớn sự đau khổ của con người – thuần túy chỉ mang tính hóa học. Chúng ta chính là những bảng tuần hoàn sống.

PHẦN IV
CÁC NGUYÊN TỐ MANG NHÂN TÍNH

Chương 12
Những nguyên tố chính trị

96	84	71	72	91	57	109
Cm	Po	Lu	Hf	Pa	La	Mt
(247)	209	174,967	178,492	231,036	138,905	(276)

Tâm trí và bộ não con người là những cấu trúc phức tạp nhất từng được biết đến. Chúng thôi thúc ta bằng những ham muốn mạnh mẽ, phức tạp và thường là mâu thuẫn nhau. Ngay cả một thứ chặt chẽ và thuần túy khoa học như bảng tuần hoàn cũng phản ánh những ham muốn đó. Xét cho cùng thì nó được chính những người phàm dễ mắc sai lầm tạo ra. Hơn thế nữa, bảng tuần hoàn là nơi gặp nhau của quy tắc và bất quy tắc: nơi khát khao hiểu được vũ trụ (khả năng cao quý nhất của nhân loại) tương tác với vật chất tạo nên thế giới (nơi thể hiện những đam mê đầy thiếu sót và hạn chế của con người). Bảng tuần hoàn thể hiện sự thất vọng và thất bại trong mọi lĩnh vực của nhân loại: kinh tế, tâm lý học, nghệ thuật và chính trị (như câu chuyện về di sản của Gandhi và thử nghiệm muối iốt đã chứng minh). Bên cạnh khoa học, các nguyên tố hóa học cũng có vị trí trong lịch sử xã hội.

Lịch sử đó thể hiện rõ nhất ở châu Âu, tại một đất nước cũng là con tốt thí cho các đế quốc giống Ấn Độ của Gandhi. Như một tấm phông sân khấu rẻ tiền, Ba Lan từng được gọi là "quốc gia bị đẩy qua đẩy lại" mỗi lần nó xuất hiện trên trường quốc tế. Các đế chế xung quanh Ba Lan là Nga, Áo, Hungary, Phổ và Đức sau này từ lâu đã phát động chiến tranh trên vùng đất bằng phẳng, trơ trọi này, và lần lượt khắc dấu ấn lên "Sân chơi của Chúa". Nếu chọn ngẫu nhiên một bản đồ từ bất kỳ năm nào trong năm vòng thế kỷ trở lại đây, bạn gần như có thể chắc chắn rằng lãnh thổ Polska (Ba Lan) sẽ bị thiếu.

Thật vậy, Ba Lan không tồn tại vào thời điểm Maria Skłodowska – một trong những người Ba Lan lừng lẫy nhất – sinh ra ở Warsaw vào năm 1867, cũng là lúc Mendeleev đang xây dựng bảng tuần hoàn vĩ đại của ông. Nga đã chiếm Warsaw bốn năm trước đó, sau một cuộc nổi dậy đòi độc lập thất bại (như bao cuộc nổi dậy khác) của người Ba Lan. Nước Nga dưới

thời Sa Hoàng có quan điểm lạc hậu về việc giáo dục phụ nữ, nên Maria được cha mình dạy dỗ. Bà đã thể hiện năng khiếu khoa học ngay từ thời niên thiếu, nhưng cũng tham gia các nhóm chính trị gai góc và khát khao giành độc lập. Sau khi tham gia biểu tình phản đối nhà cầm quyền thường xuyên, Maria nhận ra tốt hơn hết là chuyển đến một trung tâm văn hóa lớn khác của Ba Lan là Krakow (lúc ấy – thật buồn thay – là thuộc Áo). Ngay cả ở đó, bà cũng không có được điều kiện học tập bộ môn khoa học bằng đam mê. Cuối cùng bà chuyển đến Đại học Sorbonne ở Paris xa xôi. Bà dự định trở về quê hương sau khi lấy bằng tiến sĩ, nhưng đã đem lòng yêu Pierre Curie và ở lại Pháp.

Vào những năm 1890, Marie và Pierre Curie đã bắt đầu quá trình hợp tác có lẽ là thành công nhất lịch sử khoa học. Phóng xạ là lĩnh vực mới tuyệt vời nhất thời đó, và Marie nghiên cứu về urani (nguyên tố tự nhiên nặng nhất), cung cấp một cái nhìn sơ khai quan trọng: tính chất hóa học của nó tách biệt với tính chất vật lý. Urani tinh khiết cũng phóng xạ mạnh như urani trong khoáng vật vì liên kết giữa nguyên tử urani và các nguyên tử xung quanh (tính chất hóa học) không ảnh hưởng đến khả năng và thời điểm phóng xạ (tính chất vật lý) của hạt nhân urani. Các nhà khoa học không còn phải kiểm tra hàng triệu chất và nhàm chán đo độ phóng xạ của từng loại (như họ phải làm để tìm ra các điểm nóng chảy chẳng hạn) nữa. Họ chỉ còn cần nghiên cứu hơn 90 nguyên tố trên bảng tuần hoàn. Điều này đã tinh gọn lĩnh vực, dọn sạch “mạng nhện” và để lộ các trụ cột của bảng tuần hoàn. Vợ chồng Curie đã cùng nhận giải Nobel Vật lý năm 1903 cho khám phá này.

Trong thời gian này, cuộc sống của Marie ở Paris khá êm đềm và bà đã sinh con gái Irène vào năm 1897. Nhưng bà chưa bao giờ quên mình là người Ba Lan. Marie là một trong những điển hình đầu tiên của cộng đồng các nhà khoa học tị nạn mọc lên như nấm sau mưa trong suốt thế kỷ 20. Giống như bất kỳ hoạt động nào của con người, khoa học luôn ngập tràn chính trị: những lời đàm tiếu sau lưng, đố kỵ và nhỏ mọn. Bất kỳ lát cắt chính trị nào của giới khoa học cũng sẽ thể hiện những điều này. Tuy nhiên, thế kỷ 20 lại chứa đựng những ví dụ lịch sử rõ ràng nhất (nghĩa là kinh khủng nhất) về tác động của các cường quốc làm méo mó khoa học. Chính trị đã hủy hoại sự nghiệp của hai nhà khoa học nữ có lẽ là vĩ đại nhất từ

trước đến nay; và những nỗ lực xây dựng lại bảng tuần hoàn thuần túy còn làm rạn nứt mối quan hệ giữa hóa học và vật lý. Trên hết, chính trị đã chỉ rõ cái dại của các nhà khoa học khi vùi đầu trong phòng thí nghiệm và hy vọng thế giới cũng sẽ tự giải quyết vấn đề gọn gẽ như phương trình họ giải.

Không lâu sau giải Nobel, Marie đã thực hiện một khám phá nền tảng khác. Trong quá trình tinh chế urani, bà nhận thấy “chất thải” mà mình bỏ đi không hiểu sao lại có lượng phóng xạ cao hơn urani tới 300 lần. Kỳ vọng vào một nguyên tố chưa xác định trong loại chất thải này, bà và chồng đã thuê một nhà kho từng được sử dụng để giải phẫu tử thi và đun sôi hàng ngàn cân uraninit (một loại quặng urani) trong vạc, khuấy nó bằng “một thanh sắt to cỡ người tôi” – như bà từng kể – chỉ để thu được vài gram dư lượng mà nghiên cứu. Công việc tẻ ngắt kéo dài nhiều năm này đã được đền đáp bằng hai nguyên tố mới, đem lại cho Marie giải Nobel Hóa học năm 1911. Chúng là các nguyên tố có tính phóng xạ cao gấp nhiều lần bất kỳ nguyên tố nào trước đó.

Thật lạ khi cùng một nghiên cứu cơ bản lại được nhận giải từ hai hạng mục khác nhau, nhưng sự khác biệt giữa các lĩnh vực trong vật lý và hóa học nguyên tử thời đó chưa rõ ràng như ngày nay. Nhiều người đoạt giải trong cả hóa học và vật lý trước đây là nhờ nghiên cứu liên quan đến bảng tuần hoàn, vì các nhà khoa học vẫn còn hiểu chưa hết về bảng này. (Chỉ khi Glenn Seaborg và nhóm của ông tạo ra nguyên tố thứ 96 và đặt tên là curi nhằm vinh danh Marie, việc này mới là hóa học thuần túy.) Dù sao đi nữa, trong thời kỳ sơ khai đó, chưa từng có ai ngoài Marie được nhận nhiều hơn một giải Nobel.

Là người phát hiện ra các nguyên tố mới, vợ chồng Curie giành được quyền đặt tên cho chúng. Để tận dụng sự giật gân mà các kim loại phóng xạ mới lạ này mang lại (đặc biệt là vì một trong hai người khám phá ra chúng là phụ nữ), Marie đã gọi nguyên tố đầu tiên họ phân lập là poloni theo tên quê hương hiện đang không tồn tại trên bản đồ của mình (tên Latin của Ba Lan là Polonia). Chưa có tiền lệ đặt tên nguyên tố vì lí do chính trị, và Marie cho rằng sự lựa chọn táo bạo của bà sẽ thu hút sự chú ý trên toàn thế giới và tiếp thêm động lực cho cuộc đấu tranh giành độc lập của Ba Lan.

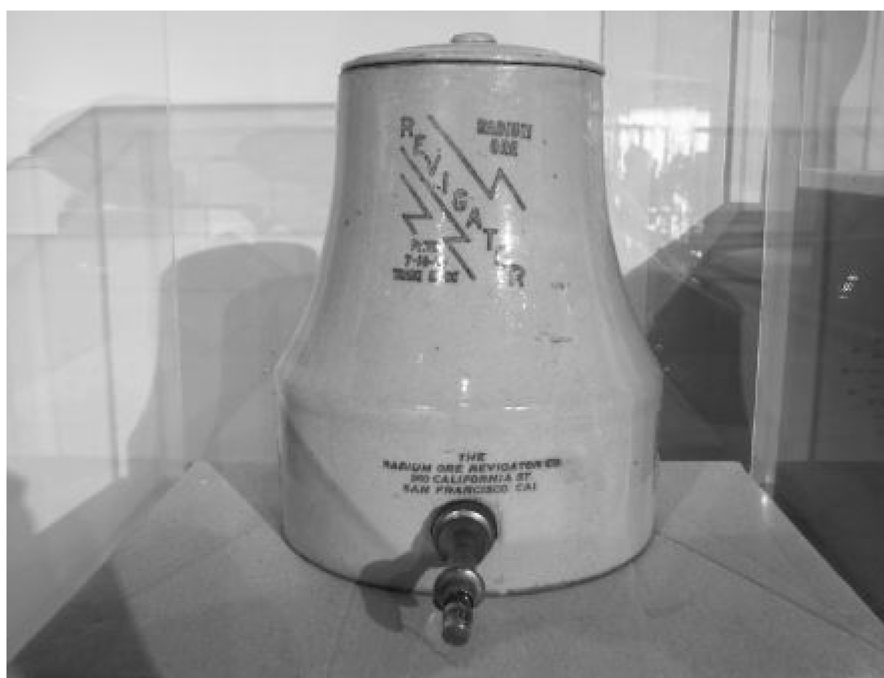
Nhưng không. Thay vào đó, công chúng không những không đếm xỉa mà lại đào xới bê bối tình ái của Marie.

Bi kịch bắt đầu khi một cỗ xe ngựa trên đường tông trúng và giết chết Pierre* vào năm 1906 (đó là lý do tại sao ông không cùng nhận giải Nobel thứ hai, vì giải này chỉ trao cho những người còn sống). Vài năm sau, khi nước Pháp vẫn còn sôi sục vì Vụ Dreyfus (vụ ngụy tạo bằng chứng phản gián của quân đội Pháp nhằm ghép tội phản quốc cho một người lính gốc Do Thái tên Dreyfus – BTV), Viện hàn lâm Khoa học danh giá của nước này đã từ chối kết nạp Marie vì bà là phụ nữ (điều này là thật) và bị nghi ngờ là người Do Thái (điều này là bịa). Ngay sau đó, bà và Paul Langevin – đồng nghiệp (hóa ra cũng là người tình) – cùng nhau tham dự một hội nghị ở Brussels. Trong cơn giận dữ, bà Langevin gửi những bức thư tình của Paul và Marie cho một tờ báo rẻ tiền và họ đã đăng không thiếu phần nào. Cảm thấy mất thể diện, Paul đã đứng ra quyết đấu để cứu vãn danh dự của Marie, dù sau đó không ai trúng đạn. Chỉ có Paul bị thương do bị vợ mình nện ghế.

Bê bối Langevin nổ ra năm 1911, và Viện hàn lâm Khoa học Thụy Điển đã tranh luận về việc bác bỏ đề cử cho giải Nobel lần thứ hai của Marie do lo sợ hệ lụy chính trị khi dính líu tới bà. Lương tâm khoa học không để họ làm điều đó, nhưng họ đã yêu cầu bà không tham dự buổi lễ vinh danh mình. (Marie có thói quen đạp lên dư luận mà sống. Trong một lần đến thăm nhà một khoa học gia nổi tiếng, bà dẫn ông và một người khác vào một xó tối để khoe lọ kim loại phóng xạ phát sáng trong bóng tối. Ngay khi mắt quen với ánh sáng, một tiếng gõ đanh làm họ giật mình. Một trong hai bà vợ của hai nhà khoa học đã nghe về tiếng xấu của Marie và nghĩ rằng họ đã ở trong đó hơi lâu.)

Marie tìm thấy chút cứu rỗi khỏi đời sống cá nhân nhiều biến cố* khi sự sụp đổ của các đế chế châu Âu sau Thế Chiến I đã giúp Ba Lan hồi sinh. Cuối cùng, nước này đã được tận hưởng hương vị độc lập lần đầu tiên sau nhiều thế kỷ. Nhưng việc đặt tên Ba Lan cho nguyên tố đầu tiên của bà không đóng góp gì cho điều này. Đó hóa ra lại là một quyết định vội vàng. Poloni là một kim loại vô dụng, phân rã nhanh đến mức người ta nghĩ nó hẳn được đặt để chế giễu chính Ba Lan. Và với cái chết của tiếng Latin, cái

tên poloni không gợi nhớ đến Polonia mà là ông già Polonius lập cập trong vở kịch *Hamlet*. Tồi tệ hơn, radi (nguyên tố thứ hai của vợ chồng Curie) phát ra ánh xanh mờ và sớm xuất hiện trong các sản phẩm tiêu dùng khắp thế giới. Mọi người thậm chí còn uống nước ngâm radi từ các bình tráng radi có tên Revigator như một loại thuốc bổ. (Công ty Radithor đã bán từng chai nước ngâm sẵn radi và thori ra thị trường để cạnh tranh.)* Nhìn chung, radi đã làm lu mờ người anh em của nó và tạo ra điều mà Marie đã hy vọng với poloni. Hơn nữa, poloni còn liên quan đến ung thư phổi do thuốc lá, vì cây thuốc lá hấp thụ poloni rất tốt và tích trữ trong lá của chúng. Sau khi đốt và hít vào, khói tàn phá mô phổi bằng phóng xạ. Trong tất cả các quốc gia trên thế giới, chỉ có Nga – từng nhiều lần tấn công Ba Lan – vẫn còn sản xuất poloni. Đó là lý do tại sao khi cựu đặc vụ KGB Alexander Litvinenko ăn phải sushi có poloni và xuất hiện trong các đoạn phim như một nạn nhân ung thư bạch cầu ở tuổi thiếu niên với râu tóc rụng sạch, những ông chủ cũ ở điện Kremlin đã trở thành nghi can chính.



Revigator thời thượng, một chiếc bình chứa bằng gốm tráng radi hạt nhân. Sau một đêm, nước được đổ vào bình sẽ trở thành nước nhiễm xạ. Hướng dẫn khuyên uống sáu ly trở lên mỗi ngày. (Nguồn: Bảo tàng Lịch sử và Khoa học Hạt nhân Quốc gia Mỹ)

Trong lịch sử, chỉ có một trường hợp ngộ độc poloni cấp tính duy nhất gây rúng động như vụ Litvinenko: chính là Irène Joliot-Curie, cô con gái gầy gò, mắt biếc của Marie. Bản thân là một nhà khoa học lỗi lạc, Irène và chồng là Frédéric Joliot-Curie đã tiếp bước Marie và sớm thành công hơn mẹ. Thay vì chỉ tìm các nguyên tố phóng xạ, Irène đã tìm ra phương pháp để chuyển đổi nguyên tử của các nguyên tố không có tính phóng xạ thành nguyên tử phóng xạ nhân tạo: bắn phá chúng bằng các hạt hạ nguyên tử. Công trình này đã mang đến giải thưởng Nobel cho riêng cô vào năm 1935. Rủi thay, Irène đã dùng poloni làm nguồn cung hạt hạ nguyên tử cho các thí nghiệm. Năm 1946, không lâu sau khi Ba Lan thoát khỏi Đức Quốc Xã và ngả sang Liên bang Xô Viết, một viên poloni đã phát nổ trong phòng thí nghiệm và Irène đã hít phải nguyên tố yêu dấu của mẹ mình. Dù không bị bêu gương như Litvinenko, Irène cũng qua đời vì bệnh bạch cầu vào năm 1956, giống như mẹ mình 22 năm trước.

Cái chết của Irène Joliot-Curie lại trớ trêu gấp bội vì nguồn phóng xạ nhân tạo giá rẻ mà cô tạo ra đã trở thành công cụ y tế quan trọng. Khi nuốt một lượng nhỏ, "chất đánh dấu" phóng xạ có thể làm sáng các cơ quan và mô mềm hiệu quả như tia X đối với xương. Hầu như tất cả bệnh viện trên thế giới đều sử dụng chất đánh dấu, và một ngành y học mới – chẩn đoán hình ảnh – phụ thuộc vào nó. Thật ngạc nhiên khi biết rằng chất đánh dấu vốn được một sinh viên (là bạn của Irène) bày ra nhằm trả đũa bà chủ nhà trọ của mình.

Năm 1910, ngay trước khi Marie Curie nhận giải Nobel về phóng xạ lần thứ hai, chàng trai trẻ György Hevesy đã đến Anh để nghiên cứu về phóng xạ. Ernest Rutherford – giám đốc phòng thí nghiệm của Đại học Manchester mà anh theo học – lập tức giao cho Hevesy một nhiệm vụ khó khăn là tách các nguyên tử phóng xạ khỏi các nguyên tử không có tính phóng xạ bên trong các khối chì. Hóa ra nó chẳng khó, mà chỉ là một nhiệm vụ bất khả thi. Rutherford cho rằng các nguyên tử phóng xạ mà ông gọi là radi-D là một chất độc đáo. Radi-D thực ra là đồng vị chì có tính phóng xạ, nên việc tách rời nó khỏi các nguyên tử chì không có tính phóng xạ là bất khả về mặt hóa học. Không hề hay biết điều này, Hevesy đã lãng phí hai năm cho việc ấy trước khi bỏ cuộc.

Chàng quý tộc Hevesy hói đầu, má xệ, có ria mép đến từ Hungary còn phải đối mặt với rắc rối ở chỗ trọ. Hevesy quen với món ăn Hungary, chứ không phải đồ ăn của Anh tại nhà trọ. Nhận thấy sự lặp lại trong các bữa ăn ở đó, Hevesy ngờ rằng thịt "tươi" hằng ngày của chủ nhà cũng giống như cách mà các bếp ăn ở trường trung học tái chế hamburger hôm thứ hai thành thịt bò sốt ớt ngày thứ năm. Bà chủ nhà phủ nhận điều này, nên Hevesy quyết tìm cho ra chứng cứ.

Anh đã đạt được một bước đột phá ngoạn mục trong phòng thí nghiệm vào khoảng thời gian đó. Anh vẫn không thể tách được radi-D nhưng nhận ra ứng dụng của chất này. Hevesy suy nghĩ về khả năng tiêm một lượng nhỏ chì hòa tan vào một sinh vật và lần theo dấu vết của lượng chì ấy. Sinh vật sẽ chuyển hóa cả chì có và không có khả năng phóng xạ theo cùng một cách, và radi-D sẽ phát ra các tia phóng xạ khi di chuyển. Nếu điều này là đúng, anh có thể xác định được các phân tử bên trong tĩnh mạch và nội quan của cơ thể với độ chính xác chưa từng có.

Trước khi thử nghiệm với sinh vật sống, Hevesy quyết định thử nghiệm ý tưởng trên mô của sinh vật đã chết với mục đích rất cá nhân. Trong bữa ăn, anh lấy rất nhiều thịt, và khi bà chủ nhà quay lưng đi, anh đã rắc chì "đặc biệt" lên nó. Thức ăn thừa được dọn đi như thường lệ. Ngày hôm sau, Hevesy mang về nhà một máy dò phóng xạ tân tiến từ người bạn trong phòng thí nghiệm: Hans Geiger. Khi đưa máy dò qua món bò hầm, máy đếm Geiger vang lên tiếng "lạch tà lạch tạch" dồn dập. Hevesy dùng bằng chứng này lật tẩy bà chủ nhà. Vốn là một nhà khoa học lãng mạn, hẳn anh hơi kích động quá khi giải thích về những bí ẩn của phóng xạ. Thực tế thì, bà chủ nhà ngỡ ngàng khi bị lật tẩy khéo léo đến vậy bằng những công cụ khoa học giám định mới nhất đến nỗi bà không hề giận dữ. Tuy nhiên, không ai biết liệu sau này bà có đổi thực đơn không.

Ngay sau khi phát minh ra các nguyên tố đánh dấu, sự nghiệp của Hevesy đã thăng hoa và tiếp tục thực hiện các dự án lai giữa hóa học và vật lý. Tuy nhiên, hai lĩnh vực đó rõ ràng đang dần tách biệt nhau và phần lớn giới khoa học bắt đầu chọn phe. Các nhà hóa học vẫn quan tâm đến sự liên kết giữa các nguyên tử. Các nhà vật lý lại say mê các phần riêng lẻ của nguyên tử và một lĩnh vực mới là cơ học lượng tử – một cách mô tả kỳ lạ nhưng

đẹp đẽ về vật chất. Hevesy rời Anh năm 1920 để theo học Niels Bohr – một nhà vật lý lượng tử lớn – tại Copenhagen. Và chính tại Copenhagen, Bohr cùng Hevesy đã vô tình biến vết nứt giữa hóa học và vật lý thành một rạn nứt chính trị thực sự.

Năm 1922, ô thứ 72 trên bảng tuần hoàn vẫn còn trống. Các nhà hóa học biết rằng các nguyên tố từ lantan (thứ 57) đến luteti (thứ 71) đều thuộc nhóm đất hiếm. Nguyên tố thứ 72 rất mơ hồ. Không ai biết nên đặt nó ở cuối của nhóm nguyên tố đất hiếm rất khó tách rời (nếu vậy, các thợ săn nguyên tố nên sàng lọc các mẫu luteti mới được phát hiện) hay tạm thời phân nó vào nhóm riêng là kim loại chuyển tiếp.

Tương truyền, Niels Bohr đã một mình trong văn phòng chứng minh như đinh đóng cột rằng nguyên tố thứ 72 *không* thuộc nhóm đất hiếm như luteti. Ta cần nhớ rằng vai trò của các electron trong hóa học bấy giờ chưa được biết đến rộng rãi. Bohr được cho là đã dùng các tính toán lạ thường của cơ học lượng tử để chứng minh rằng các nguyên tố chỉ có thể chứa ngần ấy electron ở các lớp bên trong. Lớp f của luteti không thể chứa thêm electron được nữa; nên ông cho rằng nguyên tố tiếp theo không còn lựa chọn nào khác ngoài chứa electron ở lớp d và hoạt động như kim loại chuyển tiếp. Do đó, Bohr đã cử Hevesy và nhà vật lý Dirk Coster xem xét kỹ lưỡng các mẫu ziriconi (nguyên tố thứ 40, nằm ngay trên nguyên tố thứ 72) để xem tính chất hóa học của hai nguyên tố này có tương tự nhau hay không. Đây có lẽ là khám phá tốn ít công sức nhất trong lịch sử bảng tuần hoàn: Hevesy và Coster tìm thấy nguyên tố thứ 72 ngay trong lần thử nghiệm đầu tiên. Họ đặt tên nó là hafni (xuất phát từ *Hafnia* – tên của Copenhagen theo tiếng Latin).

Khi đó, cơ học lượng tử đã chinh phục nhiều nhà vật lý, nhưng nó vẫn bị giới hóa học ghẻ lạnh và cho là trái với thường lý. Không phải vì nó đáng chán mà vì nó không thực dụng: cách đếm electron ngộ nghĩnh đó dường như chẳng liên quan gì đến hóa học thực sự. Tuy nhiên, dự đoán của Bohr về hafni – được thực hiện mà không cần đặt chân vào phòng thí nghiệm – đã buộc các nhà hóa học phải nghĩ lại. Thật trùng hợp, Hevesy và Coster phát hiện ra nguyên tố này ngay trước khi Bohr nhận giải Nobel Vật lý năm 1922. Họ đánh điện tới Stockholm cho ông, và Bohr công bố phát hiện này

ngay trong bài phát biểu trước khi nhận giải. Điều này khiến cơ học lượng tử được coi là một hình thái tiến hóa mới của khoa học, vì nó đào sâu vào cấu trúc nguyên tử hơn hóa học. Tin tức nhanh chóng lan đi. Vốn xem ông là con người thần bí trong khoa học, các đồng nghiệp nhanh chóng coi Bohr như đấng tiên tri.

Giai thoại là vậy. Sự thật hơi khác một chút. Trước Bohr có ít nhất ba nhà khoa học (bao gồm một nhà hóa học ảnh hưởng trực tiếp đến ông) đã viết các bài báo từ năm 1895 để kết nối nguyên tố thứ 72 với các kim loại chuyển tiếp như ziriconi. Họ không phải là những thiên tài đi trước thời đại mà chỉ là các nhà hóa học bình thường với một chút kiến thức hoặc sự quan tâm về vật lý lượng tử. Dường như Bohr đã dựa vào những ý tưởng này khi tìm vị trí cho hafni, và có lẽ đã dùng các tính toán lượng tử của mình để hợp lý hóa một cuộc tranh luận *hóa học* tuy không lãng mạn nhưng lại khả dĩ về vị trí của nó trên bảng tuần hoàn.*

Cũng như hầu hết các giai thoại, sự thật không quan trọng bằng hệ quả, tức cách mọi người phản ứng với câu chuyện. Tuy tam sao thất bản nhưng mọi người rõ ràng muốn tin rằng Bohr tìm thấy hafni chỉ nhờ cơ học lượng tử. Vật lý luôn chia nhỏ các thành phần của tự nhiên; và đối với nhiều nhà khoa học, Bohr đã biến hóa học cũ kỹ, khô khan thành một nhánh vật lý chuyên dụng kỳ lạ. Các triết gia khoa học cũng góp vui với tuyên bố rằng "hóa học Mendeleev" đã băng hà và đến lượt "vật lý Bohr" lên ngôi. Cuộc tranh luận về khoa học ban đầu nhanh chóng trở thành tranh chấp chính trị giữa các nước. Cuộc sống thế nào thì khoa học thế ấy.

Giai thoại cũng đề cao con người ở tâm cuộc tranh luận: György Hevesy. Các đồng nghiệp đã đề cử Hevesy cho giải Nobel vào năm 1924 nhờ phát hiện ra hafni, nhưng đã xảy ra một cuộc tranh cãi về quyền ưu tiên với một nhà hóa học kiêm nghệ sĩ nghiệp dư người Pháp. Georges Urbain (từng thử và thất bại trong việc làm Henry Moseley bẽ mặt với mẫu đất hiếm của mình) đã phát hiện ra luteti lẫn trong mẫu vật của mình vào năm 1907. Rât lâu sau, ông tuyên bố đã tìm thấy hafni ở dạng đất hiếm. Công trình này không thuyết phục được hầu hết giới khoa học, và không may là châu Âu vẫn bị chia rẽ bởi những lời công kích năm 1924 nên tranh chấp quyền ưu tiên đã trở thành vấn đề mang tính quốc gia. (Pháp coi Bohr và Hevesy là

người Đức, dù họ là người Đan Mạch và Hungary. Một tạp chí định kỳ của Pháp khinh khỉnh rằng rằng toàn bộ chuyện này “sặc mùi Hung”, như thể chính Attila[1] đã phát hiện ra nguyên tố này.) Các nhà hóa học cũng không tin vào Hevesy vì “quốc tịch” kép của ông trong cả hóa học và vật lý. Điều này cùng sự cãi lộn chính trị đã ngăn Ủy ban Nobel trao giải cho ông. Họ để trống giải thưởng năm 1924.

[1]. Attila (phiên âm Hán Việt là A Đề Lạp, người châu Âu gọi ông là “Attila the Hung”) không rõ năm sinh. Là Thiền Vu của Đế quốc Hung Nô từ năm 434 tới khi qua đời năm 453, ông là vị vua kiệt xuất nhất trong lịch sử Hung Nô. (BTV)

Buồn bã nhưng không chịu khuất phục, Hevesy rời Copenhagen đến Đức và tiếp tục những thí nghiệm quan trọng của mình về chất đánh dấu phóng xạ. Lúc rảnh rỗi, ông còn giúp xác định thời gian tái sử dụng một phân tử nước của cơ thể (9 ngày) bằng cách uống “nước nặng”* – nguyên tử hydro trong nước nặng có thêm 1 neutron – rồi cân nước tiểu của mình mỗi ngày. (Giống như câu chuyện về món thịt và bà chủ nhà, ông cũng không coi trọng hình thức nghiên cứu đúng lề thói.) Suốt thời gian đó, các nhà hóa học như Irène Joliot-Curie liên tục đề cử Hevesy cho một giải Nobel và cũng chẳng đi đến đâu. Hụt giải từ năm này qua năm khác, Hevesy có chút tuyệt vọng. Nhưng không như Gilbert Lewis, sự bất công lồ lộ đã khơi dậy sự đồng cảm sâu sắc cho Hevesy và củng cố vị thế của ông trong cộng đồng quốc tế.

Tuy nhiên, với nguồn gốc Do Thái của mình, Hevesy sớm phải đối mặt với các vấn đề nghiêm trọng hơn là không có giải Nobel. Vào những năm 1930, ông rời nước Đức (bấy giờ đang được cầm quyền bởi Hitler) để đến Copenhagen một lần nữa và lưu lại đó đến tháng 8 năm 1940, khi lính Đức Quốc Xã gõ cửa viện nghiên cứu Bohr. Khi cần thiết, Hevesy đã chứng minh lòng can đảm của mình. Trong những năm 1930, hai người Đức, một người Do Thái và một người ủng hộ người Do Thái đã gửi huy chương Nobel làm bằng vàng của họ cho Bohr giữ, đề phòng chúng bị Đức Quốc Xã tịch thu khi đem về Đức. Tuy nhiên, Hitler đã ban hành luật cấm xuất khẩu vàng nên nếu các huy chương ở Đan Mạch bị phát hiện thì sẽ có nhiều hệ lụy. Hevesy đề nghị đem chôn các huy chương nhưng Bohr nghĩ

rằng làm vậy quá dễ bị lộ. Hevesy sau này nhớ lại: “trong khi bọn xâm lược diễu hành trên đường phố Copenhagen, tôi đang bận hòa tan huy chương của [Max von] Laue và của cả James Franck”. Ông đã dùng cường thủy – hỗn hợp của axit nitric và axit clohydric mà các nhà giả kim say mê về khả năng hòa tan kim loại quý của nó – mặc dù cũng chẳng dễ dàng gì, như Havesy nhớ lại. Phát xít Đức lục tung Viện nghiên cứu Bohr để cướp bóc hoặc tìm tang chứng, nhưng không chạm đến bình thủy tinh màu cam đựng cường thủy. Hevesy buộc phải trốn đến Stockholm vào năm 1943, nhưng khi trở lại phòng thí nghiệm sau ngày châu Âu giải phóng, ông thấy chiếc bình thủy tinh tưởng như tầm thường ấy vẫn nằm im trên kệ. Ông kết tủa vàng từ dung dịch, giao cho Viện Hàn lâm Khoa học Hoàng gia Thụy Điển để đúc lại huy chương cho Franck và Laue. Điều duy nhất mà Hevesy phàn nàn sau chuyện này là đã bỏ lỡ một ngày làm việc khi chạy trốn khỏi Copenhagen.

Giữa những cuộc phiêu lưu đó, Hevesy tiếp tục hợp tác với các đồng nghiệp, bao gồm Irène Joliot-Curie. Hevesy là một nhân chứng vô tình cho một sai lầm lớn của Irène khiến bà không thể thực hiện một trong những khám phá khoa học vĩ đại của thế kỷ 20. Vinh dự đó thuộc về một phụ nữ người Áo gốc Do Thái, cũng chạy trốn sự bức hại của Đức Quốc Xã giống Hevesy. Thật không may, sự bất đồng của Lise Meitner với chính trị (cả trong đời thường và khoa học) đã mang lại cho bà một cái kết tồi tệ hơn Hevesy.

* * *

Meitner và đồng nghiệp Otto Hahn trẻ hơn bà một chút bắt đầu làm việc cùng nhau ở Đức ngay trước khi nguyên tố thứ 91 được phát hiện. Nhà hóa học Ba Lan Kazimierz Fajans chỉ phát hiện ra đồng vị kém bền của nguyên tố này vào năm 1913 nên ông gọi nó là “brevi” (xuất phát từ *brevis*, nghĩa là “ngắn ngủi” trong tiếng Latin – BTV). Năm 1917, Meitner và Hahn nhận thấy hầu hết các nguyên tử của nguyên tố này tồn tại hàng trăm ngàn năm, nên cái tên “brevi” có vẻ hơi ngớ ngẩn. Họ đặt lại tên cho nó là protactini – hay “chất mẹ của actini” – nguyên tố do đồng vị bền của protactini phân rã thành.

Tất nhiên là Fajans đã phản đối điều này. Mặc dù ông được ngưỡng mộ vì sự lịch lãm trong giới có địa vị xã hội cao, nhưng nhiều đồng nghiệp nói rằng Fajans hay gây gổ và thiếu khôn ngoan trong các vấn đề chuyên môn. Thật vậy, có lời đồn rằng Ủy ban Nobel đã biểu quyết để trao cho Fajans giải Nobel Hóa học năm 1924 bị bỏ trống năm 1924 (năm mà Hevesy bỏ lỡ) vì công trình về phóng xạ. Nhưng họ đã hủy bỏ như hình phạt cho sự ngạo mạn khi một bức ảnh của Fajans và câu chuyện "K. Fajans nhận giải Nobel" xuất hiện trên một tờ báo Thụy Điển trước khi có thông báo chính thức. Fajans luôn cho rằng mình đã bị một thành viên có ảnh hưởng trong Ủy ban ám hại vì hiềm khích cá nhân.* (Theo tuyên bố chính thức, Viện Hàn lâm Khoa học Hoàng gia Thụy Điển cho biết họ để trống giải Nobel Hóa học năm đó và giữ tiền thưởng để củng cố quỹ, mà họ phàn nàn là đã giảm nhiều vì thuế ở Thụy Điển cao. Nhưng họ chỉ đưa ra lý do đó sau khi bị phản đối công khai. Lúc đầu, họ tuyên bố sẽ không có giải thưởng trong nhiều hạng mục vì "thiếu ứng cử viên đủ điều kiện". Chúng ta có lẽ sẽ không bao giờ biết được sự thật, bởi học viện nói rằng "đó mãi mãi là thông tin mật".)

Dù gì thì "brevi" cũng bị từ chối còn "protactini" đã "chốt tên"*. Ngày nay, Meitner và Hahn đôi khi được công nhận là những người đồng phát hiện ra nguyên tố thứ 91. Tuy nhiên, có một câu chuyện ly kỳ hơn giải thích lý do dẫn đến cái tên mới. Bài báo khoa học công bố tính bền của nguyên tố protactini đã để lộ những dấu hiệu đầu tiên về sự sùng kính khác thường mà Meitner dành cho Hahn. Đó không phải là tình yêu đôi lứa vì Meitner chưa từng kết hôn và cũng không có tài liệu nào ghi chép về người yêu của Meitner; nhưng ít nhất là về mặt chuyên môn, bà say mê Hahn. Có lẽ vì Hahn đã nhận ra năng lực và chọn làm việc cùng bà trong một cửa hàng đồ mộc được nâng cấp; giới chức Đức từ chối giao cho Meitner một phòng thí nghiệm thực sự vì bà là phụ nữ. Tuy làm việc độc lập nhưng họ phối hợp rất ăn ý: "chàng" thì công tác hóa học, xác định các nguyên tố tồn tại trong mẫu phóng xạ; còn "nàng" làm vật lý, tìm ra cách giải thích cho phát hiện của Hahn. Nhưng Meitner đã thực hiện từ đầu đến cuối thí nghiệm với protactini để công bố nghiên cứu, vì Hahn bị phân tâm với chiến tranh khí độc của Đức trong Thế Chiến I. Tuy nhiên, bà vẫn đảm bảo rằng công lao của ông đã được ghi nhận. (Hãy nhớ sự ưu ái này.)

Sau chiến tranh, họ tiếp tục cộng tác. Dù nền khoa học Đức đã phát triển sôi nổi trong mấy thập kỷ giữa hai cuộc chiến, nhưng khoảng thời gian này lại bất ổn về mặt chính trị. Hahn – một người Đức điển hình với hàm vuông và ria mép – không có gì phải lo sợ sau khi Quốc Xã lên nắm quyền vào năm 1932. Tuy nhiên, cũng phải ghi nhận là khi Hitler trục xuất tất cả các nhà khoa học Do Thái vào năm 1933 (dẫn đến làn sóng tị nạn lớn đầu tiên của các nhà khoa học), Hahn đã từ chức giáo sư để phản đối (dù ông vẫn tham dự các hội thảo). Tuy ông bà của Meitner là người Do Thái, nhưng vì bà có quốc tịch Áo nên không bị trục xuất. Có lẽ vì cuối cùng đã tìm được phòng thí nghiệm thực sự của riêng mình, bà đã vùi đầu vào những khám phá mới trong vật lý hạt nhân để tránh phiền não.

Phát hiện lớn nhất trong số đó diễn ra vào năm 1934, khi Enrico Fermi tuyên bố đã tạo ra các nguyên tố siêu urani đầu tiên nhờ bắn phá hạt nhân urani bằng hạt hạ nguyên tử. Tuy tuyên bố của Fermi có sai sót nhưng ý tưởng bảng tuần hoàn không còn giới hạn trong 92 ô đã khiến tất cả choáng váng. Những ý tưởng mới về vật lý hạt nhân mọc lên như nấm sau mưa đã khiến các nhà khoa học toàn thế giới được một phen bận rộn.

Cùng năm đó, Irène Joliot-Curie – một người tiên phong khác trong lĩnh vực này – đã tự mình thực hiện thí nghiệm bắn phá. Sau khi phân tích cẩn thận, bà tuyên bố các nguyên tố siêu urani mới có sự tương đồng kỳ lạ với lantan (nguyên tố đất hiếm đầu tiên) về tính chất hóa học. Điều này bất ngờ đến mức Hahn không thể tin nổi. Các nguyên tố lớn hơn urani đơn giản là không thể hoạt động hóa học hoàn toàn giống một nguyên tố kim loại cách xa urani trên bảng tuần hoàn. Ông lịch sự nói với Frédéric Joliot-Curie rằng điều này là phi lý, và hứa sẽ lặp lại các thí nghiệm của Irène để chứng minh các nguyên tố siêu urani có tính chất hóa học khác lantan.

Cũng trong năm 1938, thế giới của Meitner hoàn toàn sụp đổ. Hitler thôn tính Áo và thừa nhận người Áo – trừ bất cứ ai có chút nguồn gốc Do Thái – là đồng bào Aryan. Sau nhiều năm sống ẩn dật, Meitner bất ngờ trở thành đối tượng bị Đức Quốc Xã đuổi giết. Khi bị một nhà hóa học đồng nghiệp tố giác, bà buộc phải chạy trốn chỉ với vài bộ quần áo và mười mác Đức trong túi. Bà tị nạn ở Thụy Điển và nhận việc tại một trong những viện khoa học Nobel (trớ trêu thay).

Tình bạn của Hahn với Meitner không vì thế mà thay đổi. Hai người vẫn tiếp tục hợp tác, trao đổi thư từ và thỉnh thoảng gặp nhau ở Copenhagen (như những đôi tình nhân bí mật). Trong một cuộc gặp như vậy vào cuối năm 1938, Hahn đã đem tới cho Meitner một tin mới. Sau khi tái lặp thí nghiệm của Irène Joliot-Curie, ông đã tìm thấy các nguyên tố bà nói tới. Và không chỉ hoạt động hóa học *giống* lantan (và giống cả bari ngay trước nó), các thí nghiệm đã biết đầu chứng minh chúng *chính là* lantan và bari. Hahn được coi là nhà hóa học giỏi nhất thế giới, nhưng như sau này ông từng thừa nhận thì phát hiện này "[đã] mâu thuẫn với tất cả kinh nghiệm trước đó của tôi." Ông thổ lộ sự bối rối với Meitner.

Meitner lại không hề bối rối. Trong số tất cả những bộ óc vĩ đại nghiên cứu về các nguyên tố siêu urani, chỉ có Meitner mới biết được rằng đó không phải là các nguyên tố siêu urani. Sau khi thảo luận với nhà vật lý Otto Frisch – cháu trai kiêm đối tác khoa học mới – bà nhận ra rằng điều Fermi phát hiện ra không phải là các nguyên tố mới, mà là sự phân hạch hạt nhân. Urani phân hạch thành hạt nhân của các nguyên tố nhỏ hơn và Fermi đã diễn giải sai kết quả của mình. Eka-lantan mà Irène tìm thấy là chính là lantan thực sự – kết quả của phản ứng phân hạch hạt nhân đầu tiên! Hevesy đã nhìn thấy những bản nháp đầu tiên của các bài báo mà Irène viết thời đó, và hồi tưởng lại việc bà đến gần phát minh phi thường đó tới mức nào. Hevesy nói "nhưng Irène không đủ niềm tin với bản thân". Meitner thì có và bà đã thuyết phục Hahn rằng những người khác đều sai.

Hahn đương nhiên muốn công bố những kết quả đáng kinh ngạc này, nhưng sự hợp tác và mối quan hệ thân thiết với Meitner khiến điều ấy rất khó khăn về mặt chính trị. Họ đã thảo luận và bà đồng ý chỉ nêu tên Hahn cùng trợ lý của ông trên bài báo chính. Những đóng góp về lý thuyết giúp mọi thứ trở nên có nghĩa của Meitner và Frisch sẽ xuất hiện trong một tạp chí khác sau đó. Với những bài báo ấy, phản ứng phân hạch hạt nhân đã ra đời đúng lúc Đức đang xâm lược Ba Lan, châm ngòi cho Thế Chiến II.

Và đây là khởi đầu cho một chuỗi các sự kiện khó tin mà đỉnh điểm là sự bỏ quên nghiêm trọng nhất trong lịch sử giải Nobel. Năm 1943, Ủy ban Nobel đã quyết định trao giải cho phản ứng phân hạch hạt nhân, dù không hề biết về Dự án Manhattan. Câu hỏi là: ai xứng đáng? Rõ ràng là Hahn.

Nhưng chiến tranh đã cô lập Thụy Điển, khiến Ủy ban Nobel không thể phỏng vấn các nhà khoa học về đóng góp của Meitner (điều giúp cho phát minh này được trao giải). Vì thế họ dựa vào các tạp chí khoa học tới trễ nhiều tháng (hoặc không đến), và nhiều tạp chí trong đó – đặc biệt là những tờ nổi danh của Đức – "cấm cửa" Meitner. Sự chia rẽ đang nổi lên giữa hóa học và vật lý cũng khiến cho việc trao giải thưởng cho các nghiên cứu liên ngành trở nên khó khăn.

Sau khi tạm dừng vào năm 1940 vì Thế Chiến II, Viện Hàn lâm Khoa học Hoàng gia Thụy Điển đã trao bù một số giải vào năm 1944. Cuối cùng thì Hevesy cũng giành được giải Nobel Hóa học của năm 1943 – phần nào là vì lý do chính trị, nhằm tôn vinh các nhà khoa học tị nạn. Năm 1945, Ủy ban lại đề cập tới giải thưởng cho phản ứng phân hạch. Cả Meitner và Hahn đều có những người ủng hộ mạnh mẽ trong Ủy ban Nobel, nhưng người ủng hộ Hahn đã táo tợn chỉ ra rằng Meitner không có đóng góp gì "thực sự quan trọng" trong vài năm trước, khi bà đang trốn tránh Hitler. (Không rõ tại sao họ chưa từng phỏng vấn trực tiếp Meitner đang làm việc tại một viện Nobel gần đó. Tuy nhiên, phỏng vấn một người về việc họ có xứng đáng nhận giải thưởng hay không là khá vô duyên.) Người ủng hộ Meitner đề nghị chia giải và hẳn sẽ được đáp ứng nếu đủ thời gian. Nhưng người này đột ngột qua đời và Hahn đã giành giải thưởng một mình năm 1944 nhờ sự ủng hộ của các thành viên thân phe Trục.

Xấu hổ thay, khi biết tin về chiến thắng của mình (dù đang bị quân Đồng minh giam giữ vì nghi ngờ ông chế tạo bom nguyên tử cho Đức; sau đó ông đã được thả), Hahn không hề lên tiếng bảo vệ Meitner. Như một kết quả tất yếu, người phụ nữ mà ông từng quý trọng đến mức chống lại cấp trên và cùng cộng tác trong một xưởng mộc đã không nhận được gì. Như một số sử gia nhận xét, bà là nạn nhân "của thiên kiến, sự độc đoán chính trị, vô tâm và hấp tấp".*

Ủy ban Nobel đã có cơ hội sửa chữa sai lầm này vào năm 1946 hoặc muộn hơn, sau khi lịch sử làm rõ những đóng góp của Meitner. Ngay cả các bộ não chủ chốt của Dự án Manhattan cũng thừa nhận là phải biết ơn bà. Nhưng Ủy ban Nobel – nổi tiếng là "một bà thím già hay dỗi" (như tạp chí Time từng nhận xét) – không dễ thừa nhận sai lầm. Dù liên tục được nhiều

người và đặc biệt là Kazimierz Fajans – người hiểu nỗi đau khi mất một giải Nobel hơn bất cứ ai – đề cử, Meitner đã qua đời năm 1968 mà không được trao giải.

Thật may là "lịch sử luôn công bằng". Nguyên tố thứ 105 trên bảng tuần hoàn được Glenn Seaborg, Al Ghiorso và một số nhà khoa học đặt tên là "hahni" theo tên của Otto Hahn vào năm 1970. Nhưng trong cuộc chiến gay gắt để giành quyền đặt tên cho các nguyên tố giữa hai nước Mỹ và Nga thì số phận của "hahni" cũng chẳng khác gì tình cảnh của Ba Lan trong lịch sử: IUPAC đã tước bỏ cái tên đó vào năm 1997 và thay bằng "dubni". Do các quy tắc đặc biệt trong việc đặt tên nguyên tố* (mỗi tên chỉ được đề xuất một lần), hahni đã mãi mãi mất đi cơ hội xuất hiện trên bảng tuần hoàn sau này. Giải Nobel là tất cả những gì Hahn nhận được. Và IUPAC cũng đã vinh danh Meitner bằng một vinh dự vượt xa giải Nobel: nguyên tố thứ 109 sẽ mãi mãi được gọi là "meitneri".

Chương 13
Những nguyên tố được dùng làm tiền tệ

Zn	Au	Te	Eu	Al
30	79	52	63	13
65,384	196,967	127,603	151,964	26,982

Lịch sử bảng tuần hoàn không chỉ gắn liền với chính trị mà còn gắn bó lâu dài hơn và chặt chẽ hơn với tiền tệ. Ta không thể kể chuyện về lịch sử các nguyên tố kim loại mà không nhắc tới lịch sử tiền tệ; đồng nghĩa với việc các kim loại này đã có lịch sử bị làm giả. Trải qua nhiều thế kỷ, gia súc, gia vị, răng cá heo, muối, hạt ca cao, thuốc lá, chân bọ cánh cứng và hoa tulip từng được coi là tiền tệ; nhưng không loại nào có thể làm giả y như thật. Kim loại thì dễ dàng hơn. Đặc biệt, các kim loại chuyển tiếp có tính chất hóa học và khối lượng riêng rất giống nhau (do cấu hình electron tương tự nhau), có thể hòa trộn và thay thế nhau trong các hợp kim. Các tổ hợp khác nhau của kim loại quý và "ít quý" đã đánh lừa con người hàng thiên niên kỷ.

Khoảng năm 700 TCN, vương tử Midas đã kế thừa vương quốc Phrygia (Thổ Nhĩ Kỳ ngày nay). Theo những truyền thuyết khác nhau (có thể nhắc đến hai nhà vua cùng tên là Midas), cuộc đời ông đã trải qua nhiều biến cố. Thần âm nhạc Apollo hay đố kỵ đã yêu cầu Midas làm trọng tài cho một cuộc thách đấu giữa mình và một nhóm nhạc công chơi đàn lia cự phách thời đó. Sau cùng, đôi tai của Midas bị Apollo tức tối biến thành tai lừa chỉ vì ông đánh giá họ cao hơn Apollo (thẩm âm đã kém thì không cần tai người). Midas cũng có một vườn hoa hồng đẹp nhất thời cổ đại. Về mặt khoa học, Midas có công phát hiện ra thiếc (điều này không đúng dù nó được khai thác ở vương quốc của ông); "chì đen" (than chì) và "chì trắng" (thuốc nhuộm chì tuyệt đẹp nhưng kịch độc). Tất nhiên, ngày nay sẽ chẳng ai nhớ đến Midas nếu không nhờ huyền thoại về "bàn tay vàng" của ông. Ông được ban cho điều này nhờ chăm sóc cho Silenus, thần dê đã say đến bất tỉnh nhân sự trong vườn hồng của mình một đêm nọ. Cảm phục sự hiếu khách của quốc vương, Silenus đã ban cho Midas một phần thưởng. Midas muốn bất cứ điều gì mình chạm vào đều biến thành vàng. Ông sớm phải

trả giá bằng chính con gái mình khi ôm cô, và suýt chút nữa đã chết đói do thức ăn đều biến thành vàng khi chạm vào môi.

Những câu chuyện kể trên rõ ràng chỉ là truyền thuyết, nhưng vị thế huyền thoại của Midas lại là thật và có bằng chứng ủng hộ nó. Câu chuyện bắt đầu vào Thời kỳ Đồ đồng (khoảng năm 3000 TCN) tại vương quốc của Midas. Đúc đồng điếu (một hợp kim thiếc-đồng) là một kỹ nghệ cao cấp thời đó và đã thâm nhập hầu hết các vương quốc ở thời Midas, dù hợp kim này vẫn còn đắt đỏ. Bộ xương thường được cho là Midas (sau đó được chứng minh là của cha ông, Gordias) đã được tìm thấy trong ngôi mộ ở Phrygia cùng nhiều vạc và bát bằng đồng điếu chạm trổ; bộ xương hầu như trần trụi này cũng đeo đai đồng điếu. Nhưng cần làm rõ rằng "đồng điếu" không phải là một chất cụ thể giống như nước (luôn gồm hai nguyên tử hydro kết hợp với một oxy). Một số hợp kim với tỷ lệ kim loại khác nhau cũng vẫn gọi là đồng điếu; và các hợp kim đồng điếu cổ đại cũng khác nhau về màu sắc tùy thuộc tỷ lệ của thiếc, đồng và các nguyên tố khác ở nơi khai thác.

Một đặc điểm độc đáo của các vỉa quặng kim loại gần Phrygia là sự phong phú của quặng chứa kẽm. Quặng kẽm và quặng thiếc hay bị lẫn trong tự nhiên, và chúng thường dễ bị nhầm với nhau. Điều thú vị là hợp kim của đồng và kẽm không phải là đồng điếu mà là đồng thau. Và chẳng ai ngờ rằng những xưởng đúc đồng thau đầu tiên trên thế giới lại xuất hiện ở Tiểu Á, nơi vua Midas từng cai trị.

Bạn nhận ra điều gì chưa? Hãy thử lấy vật bằng đồng điếu và vật bằng đồng thau để kiểm tra xem. Đồng điếu sáng bóng và ngả màu đồng rõ rệt (đã thấy thì rất khó lẫn lộn). Ánh kim của đồng thau lôi cuốn hơn, tinh tế hơn, dễ lẫn lộn với ánh... vàng hơn. Vậy thì huyền thoại "bàn tay vàng" của vua Midas có lẽ đơn giản chỉ là đất Tiểu Á nhà ông có lẫn quặng kẽm.

Để kiểm tra giả thuyết, một giáo sư luyện kim tại Đại học Ankara ở Thổ Nhĩ Kỳ và một số nhà sử học đã xây dựng một lò nung sơ khai của thời Midas vào năm 2007. Họ cho quặng khai thác ở chính nơi này vào lò, nấu chảy chúng, đổ khuôn và để nguội. Thật tuyệt vời, nó nguội đi và trở thành một "thỏi vàng" lạ thường. Tất nhiên ta chẳng biết liệu những người ở thời

Midas có cho rằng những chiếc bát, pho tượng và những chiếc dây lưng quý giá của vị vua này làm bằng vàng hay không. Nhưng họ không nhất thiết là những người thêu dệt thần thoại về ông. Có lẽ chính những người Hy Lạp (sau này đã xâm lược Tiểu Á chỉ vì bị "đồng điếu" xứ Phrygia sáng hơn loại đồng của họ rất nhiều mê hoặc) đã sáng tác ra câu chuyện này. Vật đổi sao dời, những câu chuyện đã bị tam sao thất bản sau hàng trăm năm, đến mức "vàng lẫn vào thau" và kỹ thuật luyện kim của một anh hùng dân tộc bị nhầm thành sức mạnh siêu nhiên biến mọi vật biến thành vàng chỉ bằng một cái chạm tay. Và sau đó, nhà thơ Ovid chỉ cần phóng tác đôi chút là có ngay một truyền thuyết với nguồn gốc vô cùng hợp lý để đưa vào tác phẩm*Metamorphoses* (Biến hình ký).

Trong kho tàng văn hóa nhân loại, có một câu chuyện khác đã bám rễ còn lâu hơn cả Midas: truyền thuyết *El Dorado* – thành phố vàng giàu có không tưởng, theo như những nhà thám hiểm miền đất lạ kể lại. Trong thời hiện đại và (hơi) thực tế hơn, giấc mơ này thường có dạng những cơn cuồng vàng. Bất cứ ai từng chú tâm láng máng nghe giảng trong giờ lịch sử đều biết rằng cơn cuồng vàng luôn đi kèm với nguy hiểm: gấu rừng và chấy rận, sập hầm mỏ cùng hàng cơ man những cô gái bị đem ra mua bán và bài bạc. Và cơ hội đổi đời sau một đêm gần như là bằng không. Tuy nhiên, hầu như ai có chút mộng tưởng cũng mơ có ngày vứt bỏ mọi thứ trong cuộc đời nhàm chán để lên đường truy tìm những khối vàng tinh khiết. Máu phiêu lưu cùng khát khao làm giàu đã ăn sâu vào bản chất con người. Điều này được minh chứng bởi vô số những cơn cuồng vàng trong lịch sử.

Vì không muốn chia tay kho báu của mình dễ dàng như vậy nên Mẹ thiên nhiên đã "sinh" ra pyrit sắt (FeS_2) để cản trở các nhà thám hiểm nghiệp dư. Khốn một nỗi, quặng pyrit sắt phát ra ánh kim còn rực rỡ hơn cả vàng thật, như trong tưởng tượng hay hoạt hình ta vẫn xem. Và không ít "tay mơ" cùng những người bị lòng tham che mắt đã bị lừa trong cơn cuồng vàng công cốc. Nhưng có lẽ cơn cuồng vàng vào năm 1896 ở vùng đất khai hoang hẻo lánh của Úc mới là khó hiểu nhất lịch sử. Nếu pyrit sắt là vàng giả, thì cơn cuồng gây ra bởi "vàng giả của giả" đã khiến những người tìm vàng cuống cuồng đạp đổ ống khói nhà mình để gạn đãi từ đống đổ nát. Đây có lẽ là cơn cuồng vàng đầu tiên trong lịch sử.

Vào năm 1893, cách nhà 32 km, ba người đàn ông Ireland – bao gồm Patrick (Paddy) Hannan – đang băng qua vùng hẻo lánh thì một trong những con ngựa của họ bị vỡ móng. Đây hẳn là sự cố may mắn nhất lịch sử. Trong vài ngày, họ chỉ cần đi bộ (và không hề đào bới chút gì) là đã thu được gần 4 kg vàng khối. Thật thà đến ngờ nghệch, bộ ba đã nộp đơn đăng ký số vàng với các quan chức ở đó và tin tức nhanh chóng lan đi. Chỉ trong một tuần, hàng trăm người tìm vàng đã đổ xô tới Mỏ Hannan (ngày nay là thành phố Kalgoorlie-Boulder, miền tây nước Úc – BTV) để thử vận may.

Theo một cách nào đó, khu vực này khá dễ khai thác. Trong những tháng đầu tiên ngoài hoang mạc, vàng còn nhiều hơn cả nước. Nghe có vẻ là hay nhưng thực tế thì không. Bạn không thể uống vàng để sống. Bên cạnh đó, khi dân tình kéo đến ngày một đông thì họ phải cạnh tranh nơi khai thác; giá vật tư cũng leo thang nhanh hơn. Người ta bắt đầu phải đào tìm vàng. Một số người nhận ra xây dựng thị trấn cho những người tới tìm vàng còn dễ hốt bạc hơn. Các nhà ủ bia và nhà thổ mọc lên ở Mỏ Hannan, kèm theo đó là hàng loạt nhà cửa và đường sá. Đám thợ xây "nhào nặn" gạch, vữa và xi măng từ đống đất đá đổ ra sau quá trình khai mỏ. Hội thợ mỏ liên tục đào bới, còn đám đá vụn thì cũng liên tục có được những "công ăn việc làm" tốt nhất.

Hoặc họ cho là vậy. Vàng là một kim loại "cao ngạo". Nó sẽ không tồn tại ở dạng khoáng sản và quặng bởi không liên kết với các nguyên tố khác. Các vảy vàng và khối vàng thường tồn tại ở dạng nguyên chất, bên cạnh vài hợp kim lạ. Telu (có liên hệ với truyền thuyết về ma cà rồng – được phân lập lần đầu tiên ở Transylvania năm 1782) là nguyên tố duy nhất liên kết với vàng. Nó kết hợp với vàng để tạo ra một số khoáng chất có tên gọi khá ghê răng và công thức hóa học cũng không kém phần khó nhằn: krennerit, petzit, sylvanit và calaverit. Thay vì tỷ lệ đẹp như H_2O và CO_2, krennerit có công thức hóa học là $(Au_{0,8}, Ag_{0,2})Te_2$. Những hợp kim của telu này có màu sắc khác nhau, trong đó calaverit có ánh vàng.

Trên thực tế, ánh sáng của nó giống của đồng thau hoặc pyrit sắt hơn là màu vàng kim, nhưng vẫn đủ giống để lừa bạn nếu đã dãi nắng cả ngày. Hãy tưởng tượng những chàng trai 18 tuổi bẩn thỉu chở các thỏi calaverit đến cho người thẩm định trong Mỏ Hannan chỉ để nghe họ bác bỏ chúng

như một thứ vô dụng, được các nhà khoáng vật học gọi là “bagoshite”[1]. Cũng cần nhớ rằng một số hợp chất của telu (không phải calaverit) có mùi hăng như tỏi nhưng đậm hơn hàng ngàn lần, một thứ mùi rất khó loại bỏ. Tốt hơn là bán và chôn xuống đường ngay trước khi nó ám mùi vào người, rồi quay lại mà đào vàng thật.

[1]. Nghĩa là “Đồng phân hôi”, chơi chữ theo hậu tố “-it” của các hợp kim. (BTV)

Dòng người vẫn lũ lượt đổ về Mỏ Hannan, còn thức ăn và nước uống lại chẳng rẻ đi chút nào. Có lúc khan hiếm nguồn cung vật tư căng thẳng tới mức châm ngòi cho một cuộc bạo loạn toàn diện. Đúng vào giây phút tuyệt vọng, những tin đồn về đống đá màu vàng chứa telu mà họ vẫn đào lên đổ đi lại lan ra. Sau nhiều năm nghiên cứu calaverit, các nhà khoáng vật học đã hiểu rõ những thuộc tính của nó – dù thợ khai mỏ trực tiếp đào lên không hề biết. Đầu tiên, nó bị phân hủy ở nhiệt độ thấp, khiến việc tách vàng ra dễ dàng hơn. Calaverit lần đầu tiên được tìm thấy ở Colorado vào những năm 1860.* Các nhà sử học cho rằng có vẻ những người cắm trại đã nhận ra các tảng đá mà họ dùng để quây quanh bếp lửa đang rỉ ra vàng. Chẳng mấy chốc, những câu chuyện như thế đã xuất hiện quanh Mỏ Hannan.

Vào ngày 29 tháng 5 năm 1896, mọi thứ bị phá tan tành. Mỗi tấn đá calaverit được dùng để xây dựng ở Mỏ Hannan chứa tới 14 kg vàng, và những người đào vàng lập tức tách hết đá này lấy từng gram vàng. Mọi người tấn công đống phế liệu, tranh giành các tảng đá bỏ đi. Họ tiến vào thị trấn sau khi đã nhặt hết. Những ổ gà từng được lát gạch lại thành ổ gà; vỉa hè cũng chịu chung số phận. Ống khói và lò sưởi của những ngôi nhà mới được xây lên bằng gạch làm từ hợp chất telu-vàng bị chính người tạo ra chúng đập tan một cách không thương tiếc.

Trong những thập kỷ sau đó, khu vực quanh Mỏ Hannan (Kalgoorlie sau này) nhanh chóng trở thành nơi sản xuất vàng lớn nhất thế giới. Họ gọi nó là Golden Mile (Dặm vàng), khoe rằng các kỹ sư của mình đã vượt xa phần còn lại của thế giới trong việc tách vàng từ quặng. Sau cơn cuồng “vàng

giả của giả" nọ, dường như các thế hệ sau đã học được một điều: không nên tùy tiện "phi gạch ném đá".

Kẽm của Midas và telu của Kalgoorlie chỉ là hai trường hợp vô tình lường gạt hiếm thấy trong lịch sử tiền tệ, trong hàng ngàn năm có chủ trương đường lối của giới làm giả. Một thế kỷ sau thời Midas, đồng tiền thật đầu tiên làm bằng electrum – hợp kim tự nhiên của vàng và bạc – đã xuất hiện ở vương quốc Lydia tại vùng Tiểu Á. Ngay sau đó, vua Croesus của vương quốc Lydia (một vị vua cổ đại giàu có tột bậc khác) đã tìm ra cách tách electrum thành các đồng tiền bạc và vàng, đặt nền móng cho một hệ thống tiền tệ thực sự. Không lâu sau phát kiến của Croesus, vào năm 540 TCN, vua Polycrates của đảo Samos thuộc Hy Lạp đã mua chuộc kẻ thù ở Sparta bằng những thỏi chì mạ vàng. Kể từ đó, những kẻ làm giả đã dùng các nguyên tố như chì, đồng, thiếc và sắt để đỡ phải dùng tới nhiều kim loại quý làm tiền thật, như cách những người chủ quán bar pha nước vào bia.

Ngày nay làm tiền giả bị kết tội lừa đảo; nhưng xuyên suốt lịch sử, các đồng tiền làm bằng kim loại quý liên quan mật thiết tới kinh tế của một vương quốc đến nỗi giới vua chúa khép việc đúc tiền giả vào tội phản quốc. Những người bị kết án phản quốc sẽ bị treo cổ hoặc còn đáng sợ hơn. Việc làm tiền giả luôn có sức hấp dẫn không thể cưỡng lại với những người không hiểu về chi phí cơ hội: thà làm ăn chân chất để kiếm tiền tiêu đời đời, còn hơn dày công "làm ra tiền" để mà sớm "hết đời". Tuy nhiên, cần đến một số bộ óc thông minh mới ngăn chặn được giới tội phạm và thiết kế ra những loại tiền tệ hầu như không thể làm giả.

Rất lâu sau khi nổi danh nhờ phát minh ra phép vi-tích phân và Định luật Vạn vật Hấp dẫn, Isaac Newton đã trở thành Sở trưởng Sở đúc tiền Hoàng gia Anh trong vài năm cuối của thế kỷ 17. Bấy giờ Newton đã vào ngũ tuần và ông chỉ muốn làm công cao ăn lương dày. Nhưng ông cũng chẳng ăn không ngồi rồi. Làm giả tiền xu – đặc biệt là cạo các cạnh của tiền xu để "cắt xén" và đúc lại các đồng xu mới từ vụn kim loại ấy – có đầy rẫy ở các khu phức tạp của London. Newton vĩ đại lúc này vật lộn với các gián điệp, đám hạ lưu, kẻ say rượu và giới trộm cắp. Là một con chiên ngoan đạo, Newton đã phớt lờ những lời cầu khẩn và thẳng tay truy tố những kẻ phạm tội với cơn phẫn nộ của Chúa trong Cựu Ước. Ông còn đem kẻ đúc

tiền giả láu cá William Chaloner – kẻ đã cáo buộc ông gian lận tại xưởng đúc tiền suốt nhiều năm – đi treo cổ và mổ bụng thị chúng.

Việc làm tiền xu giả là vấn đề nổi cộm trong nhiệm kỳ của Newton, nhưng không lâu sau khi ông từ chức, hệ thống tài chính thế giới lại phải đối mặt với những mối đe dọa mới từ tiền giấy giả. Hoàng đế triều Nguyên Hốt Tất Liệt đã ban hành tiền giấy ở Trung Quốc vào thế kỷ 13. Tuy lan truyền nhanh chóng ở châu Á (phần vì Hốt Tất Liệt đã xử tử bất cứ ai từ chối sử dụng loại tiền này), nó lại chỉ xuất hiện gián đoạn ở châu Âu. Nhưng khi Ngân hàng Anh bắt đầu phát hành tiền giấy vào năm 1694, những lợi thế của nó đã bộc lộ rõ rệt. Quặng dùng để đúc tiền rất đắt, của cải lại dựa trên sản lượng quặng phân bố không đồng đều. Đồng tiền thì cồng kềnh. Tiền xu cũng dễ làm giả hơn tiền giấy, vì kiến thức về gia công kim loại đã phổ biến rộng rãi trong nhiều thế kỷ qua. (Ngày nay, tình hình hoàn toàn ngược lại. Bất kỳ ai có máy in laser đều có thể dễ dàng làm ra một tờ 20 đô la Mỹ giả y như thật. Bạn có quen ai biết đúc tiền xu giả coi được không? Hơn nữa, việc đó có bõ công không?)

Nếu tính chất hóa học của các đồng tiền xu kim loại từng tạo điều kiện cho bọn lừa đảo; thì trong thời đại tiền giấy, tính chất hóa học độc đáo của những kim loại như europi lại giúp chính phủ ngăn chặn sự lừa đảo. Tất cả bắt nguồn từ tính chất hóa học của europi, đặc biệt là sự chuyển động của các electron trong nguyên tử nguyên tố này. Chúng ta chỉ mới thảo luận về liên kết hóa học hình thành do sự chuyển động của các electron giữa những nguyên tử. Nhưng các electron cũng liên tục quay quanh hạt nhân và thường được so sánh với chuyển động của các hành tinh quanh Mặt Trời. Mặc dù là một hình ảnh rất dễ liên tưởng, nhưng nó có lỗ hổng nếu ta hiểu theo nghĩa đen. Về mặt lý thuyết, Trái Đất có thể quay quanh Mặt Trời theo nhiều quỹ đạo khác nhau, nhưng các electron lại không đi quanh hạt nhân theo cách đó mà chỉ có thể di chuyển qua lại giữa các mức năng lượng (hay trạng thái dừng). Vì giữa các giá trị của năng lượng như 1 J và 2 J (hoặc 2 J và 3 J…) không tồn tại trạng thái dừng nào cả nên đường đi của electron bị hạn chế rất nhiều: chúng chỉ quay quanh hạt nhân ở một khoảng cách nhất định và quỹ đạo sẽ thể hiện thành các hình dạng kỳ lạ. Cũng không giống một hành tinh, electron có thể nhảy từ trạng thái dừng có mức năng lượng thấp hiện tại sang mức năng lượng cao hơn dưới tác động của

nhiệt hoặc ánh sáng. Electron không thể ở trạng thái năng lượng cao trong thời gian dài nên nó sẽ sớm về chỗ. Nhưng đây không phải là một chuyển động qua lại đơn giản, bởi electron phải giải phóng năng lượng bằng cách phát ra ánh sáng nếu muốn trở về chốn cũ.

Màu sắc của ánh sáng phát ra phụ thuộc vào độ chênh lệch giữa hai mức năng lượng bắt đầu và kết thúc. Sự qua lại giữa các mức gần nhau (như mức 2 và mức 1) giải phóng ánh sáng đỏ năng lượng thấp; sự qua lại giữa các mức cách nhau xa hơn (như mức 5 và mức 2) phát ra ánh sáng tím năng lượng cao. Do các mức năng lượng mà electron có thể qua lại được đánh dấu bằng các trạng thái dừng với số nguyên, nên ánh sáng phát ra cũng bị hạn chế. Ánh sáng phát ra từ các electron trong nguyên tử không liên tục như ánh sáng trắng của bóng đèn. Thay vào đó, chúng phát ra ánh sáng có màu sắc rất đặc trưng và tinh khiết. Các electron của mỗi nguyên tố tồn tại ở các mức năng lượng khác nhau, nên chúng giải phóng các dải màu đặc trưng: chính là các dải màu mà Robert Bunsen quan sát được với đèn đốt và máy quang phổ của mình. Việc nhận ra rằng các electron chỉ nhảy lên các trạng thái dừng được đánh dấu bằng số nguyên (không nhảy từ các trạng thái dừng được đánh dấu bằng phân số) sau này đã trở thành một kiến thức mấu chốt của cơ học lượng tử. Mọi thứ lập dị mà bạn từng nghe về cơ học lượng tử đều xuất phát trực tiếp hoặc gián tiếp từ những bước nhảy không liên tục này.

Nguyên tử europi có thể phát ra ánh sáng như mô tả ở trên, dù không tốt lắm. Nó và các anh em trong họ lantan không hấp thụ ánh sáng hoặc nhiệt hiệu quả (cũng là lý do khiến các nhà hóa học khó nhận diện chúng). Nhưng ánh sáng là một loại "tiền tệ quốc tế" được "giao dịch" rộng rãi trong thế giới nguyên tử; và các nguyên tố họ lantan có thể phát ra ánh sáng theo cách khác với sự hấp thụ đơn giản. Đó chính là hiện tượng "huỳnh quang"* mà hầu hết mọi người đều quen thuộc ở dạng chiếu đèn cực tím và tranh ảo giác. Khi electron qua lại giữa các mức năng lượng, nó sẽ phát ra ánh sáng bình thường. Tuy nhiên, khi toàn bộ phân tử hấp thụ ánh sáng thì sẽ xảy ra hiện tượng huỳnh quang. Electron chỉ phát xạ chính xác ánh sáng mà nó hấp thụ (nhận ánh sáng vàng thì sẽ phát ánh sáng vàng); nhưng các phân tử huỳnh quang hấp thụ ánh sáng năng lượng cao (tia cực tím) rồi phát ra ánh sáng khả kiến có năng lượng thấp hơn. Tùy

thuộc vào phân tử liên kết với nó, europi có thể phát ra ánh sáng đỏ, lục hoặc lam.

Tính linh hoạt đó khiến europi trở thành nỗi khiếp đảm của những kẻ làm tiền giả, một công cụ chống tiền giả tuyệt vời. Trên thực tế, Liên minh châu Âu (EU) sử dụng europi để làm mực in tiền giấy của họ. Để chuẩn bị mực, các nhà hóa học của Ngân hàng Trung ương châu Âu đã tẩm ion europi vào một đầu của các phân tử thuốc nhuộm huỳnh quang. (Không ai biết đó là loại thuốc nhuộm nào vì EU đã ra luật cấm tìm hiểu về nó. Các nhà hóa học tuân thủ luật pháp chỉ có thể đoán mà thôi.) Mặc dù không biết tên nhưng họ vẫn biết thuốc nhuộm europi bao gồm hai phần. Đầu tiên là phần thu (ăng- ten) chiếm phần lớn phân tử. Ăng-ten này hấp thụ năng lượng của ánh sáng tới mà europi không thể hấp thụ; biến thành cơ năng mà europi có thể hấp thụ và truyền xuống đầu mút của phân tử. Ở đó, các electron của europi bị kích thích và nhảy lên mức năng lượng cao hơn. Nhưng ngay trước khi các electron rời khỏi rồi về chỗ và phát quang, một phần cơ năng (được chuyển hóa từ năng lượng của ánh sáng tới) đã “dội ngược” vào ăng-ten. Phần ăng-ten của phân tử phân tán năng lượng và làm tiêu tan nó (hiện tượng này không xảy ra nếu các nguyên tử europi đứng riêng lẻ. Do đó, khi các electron của europi trở về chỗ cũ, chúng phát ra ánh sáng có năng lượng thấp hơn.

Vậy tại sao sự thất thoát đó hữu ích? Thuốc nhuộm huỳnh quang được tổng hợp sao cho europi không bị ánh sáng khả kiến kích thích, khiến kẻ làm tiền giả đinh ninh rằng hắn có một tờ tiền giả hoàn hảo. Tuy nhiên, khi chiếu tia laser đặc biệt vào một tờ euro thật, tia laser sẽ kích thích mực in vô hình. Tờ tiền sẽ tối đi, nhưng các sợi nhỏ được tẩm mực in có europi sẽ nổi bật trên nền giấy như những chòm sao sặc sỡ. Chân dung phác chì của Europa trên tờ tiền sẽ phát ra ánh sáng màu xanh lá cây tựa như những gì người ngoài hành tinh sẽ thấy. Vòng sao châu Âu sẽ phát ra màu vàng hoặc đỏ; các tượng đài, chữ ký và dấu hiệu ẩn sẽ phát ra màu xanh thủy tinh. Lực lượng chức năng dễ dàng truy ra kẻ in tiền giả từ những tờ tiền không có đủ tất cả các dấu hiệu này.

Thực ra có hai từ “euro” trên mỗi tờ tiền. Từ đầu tiên ai cũng có thể thấy, còn từ thứ hai được in đè lên từ đầu tiên – một mã lồng. Hiệu ứng này cực

khó giả mạo nếu không được đào tạo chuyên nghiệp. Thuốc nhuộm europi cùng các tính năng bảo mật khác giúp euro trở thành đồng tiền tinh vi nhất từng được phát minh. Đồng euro giấy chắc chắn vẫn có khả năng bị làm giả; điều này là không thể tránh khỏi một khi người ta vẫn thích tiêu tiền mặt. Nhưng europi vẫn là một trong số các kim loại quý nhất của bảng tuần hoàn trong công cuộc chống lại việc làm giả.

Bất chấp việc làm giả, nhiều nguyên tố đã được sử dụng làm tiền tệ hợp pháp trong suốt lịch sử. Một số nguyên tố (như antimon) là sự thất bại toàn tập. Số khác trở thành "tiền" trong những hoàn cảnh khủng khiếp. Khi bị cầm tù và phải làm việc trong một nhà máy hóa chất của Đức Quốc Xã, nhà văn kiêm nhà hóa học người Ý Primo Levi bắt đầu ăn cắp những que ceri nhỏ. Ceri phát ra tia lửa khi ma sát, giúp nó trở thành một loại đá lửa lý tưởng cho bật lửa; và ông đã trao đổi những que này cho các công nhân tự do để đổi lấy bánh mì và xúp. Levi đến các trại tập trung khá muộn, suýt chút nữa thì chết đói. Ông chỉ bắt đầu đổi que ceri lấy thực phẩm từ tháng 11 năm 1944. Ông ước tính rằng nó đã giúp ông có khẩu phần đủ sống trong hai tháng, cho đến khi Hồng quân Liên Xô giải phóng trại này vào tháng 1 năm 1945. Kiến thức về ceri đã giúp ông tạo ra kiệt tác *Bảng Tuần Hoàn* trong cuộc diệt chủng Holocaust mà chúng ta biết ngày nay.

Các nguyên tố có tiềm năng làm tiền khác ít thực dụng và lập dị hơn. Với niềm say dành cho các nguyên tố phóng xạ, Glenn Seaborg từng cho rằng plutoni sẽ trở thành một loại vàng mới với ngành tài chính thế giới, bởi nó có ứng dụng rất lớn trong ngành vật lý hạt nhân. Có lẽ nhằm châm biếm Seaborg, một nhà văn khoa học viễn tưởng đã cho rằng chất thải phóng xạ sẽ là một loại "tiền tệ" tốt hơn cho chủ nghĩa tư bản toàn cầu, vì nó chắc chắn sẽ lan đi rất nhanh. Mỗi lần nền kinh tế bị khủng hoảng là lại thêm một lần cuộc tranh cãi về việc quay lại với bản vị vàng (hoặc bản vị bạc) nổ ra. Cho tới thế kỷ 20, hầu hết các quốc gia đều coi tiền giấy tương đương với vàng (hoặc bạc), và mọi người có thể tự do đổi tiền giấy lấy một lượng vàng (hoặc bạc) tương ứng. Một số người nghiên cứu văn học cho rằng cuốn *The Wonderful Wizard of Oz* (Phù thủy xứ Oz) xuất bản năm 1900 của L. Frank Baum – trong đó Dorothy đi giày bạc (một số dị bản là hồng ngọc) trên con đường gạch màu vàng kim đến một thành phố xanh màu đô

la Mỹ – thực ra là cách nói bóng gió về giá trị tương đối của bạc so với vàng.

Dù nền kinh tế dựa trên bản vị kim loại có lỗi thời thì mấy người đó vẫn có cái lý của mình. Mặc dù tính thanh khoản của kim loại khá kém, nhưng thị trường kim loại là một trong những nguồn của cải lâu dài bền vững nhất. Chúng còn không nhất thiết phải là vàng hay bạc. Xét trên cùng một khối lượng thì rodi là nguyên tố giá trị nhất mà bạn thực sự có thể mua. (Đó là nguyên nhân *Sách Kỷ lục Guinness* trao cho Paul McCartney – cựu thành viên The Beatles – một chiếc đĩa bằng rodi vào năm 1979 để chúc mừng anh trở thành nghệ sỹ có đĩa nhạc bán chạy nhất mọi thời đại.) Nhưng chưa ai kiếm được nhiều tiền trong thời gian ngắn với một nguyên tố trên bảng tuần hoàn như cách nhà hóa học người Mỹ Charles Hall “hốt bạc” từ nhôm.

Trong suốt những năm 1800, một số nhà hóa học tài giỏi đã dành cả sự nghiệp cho nhôm, và thật khó đánh giá liệu số phận của nguyên tố này khá hơn hay tệ đi sau đó. Vào khoảng năm 1825, một nhà hóa học Đan Mạch và một nhà hóa học Đức đã đồng thời tách được kim loại này từ loại phèn cổ vốn làm để làm se da. (Phèn là thứ bột mà các nhân vật hoạt hình – như mèo Sylvester trong hoạt hình Looney Tunes – hay nuốt và khiến miệng rúm lại.) Vì ánh sáng long lanh của nó, các nhà khoáng vật học lập tức phân loại nhôm là kim loại quý (giống bạc hay bạch kim), trị giá hàng chục đô la Mỹ một gram.

Hai mươi năm sau, một người Pháp đã tìm được cách sản xuất được nhôm ở quy mô công nghiệp và nhôm được thương mại hóa. Nhưng giá vẫn còn rất cao (vẫn đắt hơn vàng). Vì dù là kim loại phổ biến nhất trong vỏ Trái Đất (chiếm khoảng 8% khối lượng vỏ Trái Đất, dồi dào hơn vàng hàng trăm triệu lần) nhưng nhôm không bao giờ xuất hiện ở dạng tinh khiết trong tự nhiên. Nó luôn luôn liên kết với một thứ gì đó, thường là oxy.



Các kỹ sư bảnh chọe tân trang lại kim tự tháp nhôm trên đỉnh Tượng đài Washington. Chính phủ Mỹ đặt nó ở đó vào năm 1884 do đây là kim loại đắt nhất (thành ra phải ấn tượng nhất) thế giới thời bấy giờ, còn xa xỉ hơn cả vàng. (Bettmann/Corbis)

Nhôm tinh khiết được coi là phép màu. Người Pháp từng trưng bày những thỏi nhôm bên cạnh vương miện hoàng đế, và Napoléon III đã dành bộ dao nĩa bằng nhôm quý giá để những vị khách đặc biệt dùng bữa. (Những vị khách ít quý hơn thì sử dụng dao và nĩa bằng vàng.) Để phô trương sức mạnh công nghiệp của nước mình, các kỹ sư Mỹ đã đặt lên chóp Tượng đài Washington một kim tự tháp bằng nhôm nặng gần 3 kg vào năm 1884. Một nhà sử học ghi lại rằng mỗi mảnh nhôm vụn từ kim tự tháp này tương đương một ngày công của mỗi công nhân tạo ra nó.

Thời đại huy hoàng của nhôm trong vai trò chất quý giá nhất thế giới kéo dài sáu mươi năm, nhưng chẳng bao lâu sau, một nhà hóa học người Mỹ đã phá hỏng mọi thứ. Các tính chất của kim loại này (nhẹ, bền, đẹp mắt) cứ

trêu ngươi giới sản xuất công nghiệp, và sự dồi dào của nhôm trong vỏ Trái Đất có khả năng cách mạng hóa ngành sản xuất kim loại. Nhôm ám ảnh mọi người, nhưng không ai biết cách tách nó khỏi oxy hiệu quả. Tại Đại học Oberlin ở Ohio, giáo sư hóa học Frank Fanning Jewett thử thách các sinh viên của mình bằng những câu chuyện rằng: bất cứ ai làm chủ được nhôm sẽ giàu chẳng kém gì việc tìm thấy Thành phố vàng. Và hẳn một trong số các sinh viên đã rất nhẹ dạ tin tưởng người thầy.

Trong những năm sau này, giáo sư Jewett đã khoe với những đồng môn trong trường đại học rằng “phát kiến lớn nhất của tôi chính là tìm thấy được anh chàng này”: Charles Hall. Hall đã cùng Jewett nghiên cứu về cách phân lập nhôm nguyên chất trong suốt những năm đại học tại Oberlin. Anh liên tục thất bại nhưng rút ra được những kinh nghiệm quý báu sau mỗi thất bại ấy. Cuối cùng, vào năm 1886, Hall cho một dòng điện từ ắc quy tự chế (ngày ấy chưa có điện lưới) chạy qua một bể chứa hỗn hợp nhôm oxit và criolit. Năng lượng điện chạy qua và giải phóng kim loại, làm nhôm nguyên chất xuất hiện dưới dạng các mảnh ánh bạc ở đáy bể. Quá trình này rất rẻ và dễ thực hiện, và nó hoạt động hiệu quả trong cả các bể lớn hay điều kiện phòng thí nghiệm. Chỉ có Đá Hiền Triết huyền thoại mới có thể đứng trên khát khao tìm ra quy trình điều chế nhôm và Hall đã tìm được. “Thần nhôm” lúc đó chỉ mới 23 tuổi.

Tuy nhiên, gia tài của Hall không đến ngay tức thì. Nhà hóa học Paul Héroult ở Pháp đã tìm ra quá trình khá tương tự cùng lúc. (Ngày nay cả Hall và Héroult đều chia sẻ công lao cho phát hiện đã làm sụp đổ thị trường nhôm bấy giờ.) Một người Áo đã độc lập phát minh ra một phương pháp khác vào năm 1887. Đối mặt với sự cạnh tranh gay gắt, Hall đã nhanh chóng thành lập Công ty Nhôm Mỹ (Alcoa) ở Pittsburgh. Nó đã trở thành một trong những dự án kinh doanh thành công nhất lịch sử.

Sản lượng nhôm tại Alcoa tăng theo cấp số nhân. Trong những tháng đầu tiên của năm 1888, Alcoa sản xuất được khoảng 22 kg nhôm/ngày; hai thập kỷ sau, họ đã phải sản xuất 40.000 kg/ngày để đáp ứng nhu cầu. Và giá thành đã giảm mạnh theo đà tăng của sản lượng. Nhiều năm trước khi Hall ra đời, một phát minh đột phá đã giảm giá nhôm từ 1.200 đô la Mỹ mỗi kilogram xuống còn 40 đô la Mỹ mỗi kilogram trong bảy năm. Năm mươi

năm sau, công ty của Hall đã giảm giá chỉ còn 25 cent/kilogram (thậm chí không cần điều chỉnh theo lạm phát). Trong lịch sử Mỹ, có lẽ chỉ có cuộc cách mạng bán dẫn silic 80 năm sau đó* mới vượt qua được mức tăng trưởng này. Và giống như các ông trùm máy tính sau này, Hall đã chiếm lĩnh thị trường. Khi qua đời năm 1914, ông sở hữu cổ phiếu Alcoa trị giá 30 triệu đô la Mỹ* (khoảng 650 triệu đô la Mỹ ngày nay). Và nhờ có Hall, nhôm đã trở thành thứ kim loại tầm thường mà chúng ta vẫn biết: nó được dùng để sản xuất lon nước ngọt, gậy bóng chày trong các giải đấu Little League và thân máy bay. (Và nó vẫn hiên ngang nằm trên đỉnh Tượng đài Washington.) Tôi đồ rằng chính cảm quan và tâm tính sẽ quyết định suy nghĩ của các bạn về việc nhôm có nên tiếp tục giữ vị trí như là thứ kim loại quý nhất hay có năng suất cao nhất thế giới nữa hay không.

Trong cuốn sách này, tôi cũng tình cờ viết nhôm là "aluminium" chứ không dùng cách viết "aluminum" của người Mỹ. Sự bất đồng trong cách viết* bắt nguồn từ sự phát triển nhanh chóng của kim loại này. Khi suy đoán về sự tồn tại của nguyên tố thứ 13, các nhà hóa học đầu thế kỷ 19 dùng cả hai cách, nhưng cuối cùng đã quyết định thêm "i". Cách viết đó khiến cái tên của nhôm tương tự như tên của bari, magie, natri và stronti[1]. Khi Charles Hall nộp đơn xin cấp bằng sáng chế cho quy trình điện phân của mình, ông cũng dùng "aluminium". Tuy nhiên, khi quảng cáo nhôm thì Hall lại tỏ ra dễ dãi hơn về chính tả. Đã có những tranh luận về việc bỏ "i" trong các tờ quảng cáo là vô tình hay cố ý; nhưng sau khi Hall nhìn thấy "aluminum", ông nghĩ rằng đó là cái tên tuyệt vời vì "aluminum" sẽ gợi lên sự sang trọng giống như bạch kim *(platinum)*. Từ đó ông quyết định dùng tên gọi không có "i". Kim loại mới của ông nhanh chóng phổ biến và chứng tỏ được sự quan trọng về mặt kinh tế, đến nỗi "aluminum" đã thành dấu ấn không thể phai mờ trong tâm lý người Mỹ. Vì khi ở Mỹ, "tiền là tiên là phật".

[1]. Nguyên văn là "barium", "magnesium", "sodium" và "strontium". (BTV)

Chương 14
Những nguyên tố nghệ thuật

Dy Pr Sr Ru Ra Li

Khi khoa học ngày càng trở nên phức tạp, các chi phí đi kèm cũng sẽ tăng theo. Từ đó, tiền, rất nhiều tiền bắt đầu quyết định cách thức, thời điểm cũng như sự tồn vong của lĩnh vực này. Ngay từ năm 1956, tiểu thuyết gia người Anh gốc Đức Sybille Bedford đã chiêm nghiệm được rằng* thời điểm "con người có thể dễ dàng nắm bắt các quy luật của vũ trụ trong nhà xưởng được dựng sau chuồng ngựa" đã trôi qua từ rất lâu.

Tất nhiên rất ít người – chủ yếu là các quý ông giàu có – đủ khả năng xây dựng một nhà xưởng nhỏ để nghiên cứu khoa học trong thế kỷ 18 và 19 mà Bedford nhắc đến. Chắc chắn không phải là sự trùng hợp khi những người khám phá ra các nguyên tố mới thường thuộc tầng lớp quý tộc, vì chẳng ai ngoài họ đủ rảnh để ngồi một chỗ tranh luận về thành phần tạo nên những tảng đá cả.

Bạn có thể dễ dàng nhận ra dấu ấn của tầng lớp quý tộc lưu lại trên bảng tuần hoàn mà không cần có kiến thức về hóa học. Tầng lớp quý tộc châu Âu đều nhận được nền giáo dục nặng gốc Hy Lạp – La Mã, và tên của các nguyên tố như ceri, thori, prometi đều bắt nguồn từ các huyền thoại cổ xưa. Những cái tên thực sự ngộ cũng vậy: praseodymi, molypden và dysprosi là sự pha trộn của tiếng Latin và tiếng Hy Lạp. Dysprosi nghĩa là "nguyên tố nhỏ ẩn dật", do việc tách nó ra khỏi các nguyên tố anh em không hề dễ. Praseodymi nghĩa là "người anh màu lục" vì những lý do tương tự (nửa còn lại là neodymi, nghĩa là "người em mới mẻ"). Đa số tên của các loại khí trơ nghĩa là "người lạ" hoặc "không hoạt động". Ngay cả những người Pháp kiêu hãnh đến tận những năm 1880 cũng không chọn "France" (nước Pháp) và "Paris" để đặt tên nguyên tố mới, mà lại dùng các tên cổ xưa tương ứng là "Gallia" (gali) và "Lutetia" (luteti), như thể muốn nịnh bợ Julius Caesar vậy.

Ngày nay, chuyện này dường như rất lạ – rằng các nhà khoa học lại giàu kiến thức về cổ ngữ hơn là, ờ, khoa học – nhưng trong nhiều thế kỷ trước, khoa học chưa phải là sự nghiệp mà chỉ là một thú vui* cho những kẻ nghiệp dư (giống như việc sưu tầm tem). Khoa học chưa được toán học hóa nên vẫn còn dễ tiếp cận, và một quý tộc tầm cỡ như Johann Wolfgang von Goethe có thể chen chân vào thảo luận khoa học, dù đủ tiêu chuẩn hay không.

Ngày nay Goethe được nhớ đến như một tác gia có sức ảnh hưởng và khả năng truyền tải cảm xúc chỉ kém Shakespeare. Ngoài sự nghiệp văn chương, ông có vai trò chính trường mạnh mẽ và tham gia các cuộc tranh luận chính sách ở hầu hết mọi lĩnh vực. Nhiều người vẫn xếp ông là người Đức vĩ đại nhất, thông thái nhất lịch sử. Nhưng phải thừa nhận, ấn tượng đầu tiên của tôi về Goethe là ông hơi... khốn nạn.

Một mùa hè nọ, khi còn học đại học, tôi làm việc cho một giáo sư vật lý không bao giờ thiếu chuyện hay để kể nhưng luôn thiếu các dụng cụ cơ bản như dây cáp điện. Điều đó nghĩa là tôi phải đến phòng thiết bị của khoa ở tầng hầm để xin. Tay "quản hầm" là một người đàn ông nói tiếng Đức. Để phù hợp với công việc kiểu Quasimodo này[1], ông thường không cạo râu, để tóc dài ngang vai và xoăn lại, cánh tay rộng và khuôn ngực lớn khiến ông dường như cao hơn chiều cao thực.

[1]. *Nhân vật thằng gù ở nhà thờ Đức Bà trong tiểu thuyết của Victor Hugo. (BTV)*

Tôi luôn run mỗi khi gõ cửa, không biết phải nói gì khi ông nheo mắt lại và hỏi với vẻ giễu cợt: *"Ông ấy khônk có zợi dây cáp lào ư?"*.

Mối quan hệ của chúng tôi đã được cải thiện trong học kỳ tiếp theo khi tôi tham gia một khóa học (bắt buộc) mà ông đồng giảng dạy. Đó là một khóa thí nghiệm; đồng nghĩa với việc lắp ráp và đấu nối đơn điệu buồn chán, và trong khoảng "thời gian chết" đó, chúng tôi đã nói chuyện về văn học một đôi lần. Một hôm, ông nhắc đến Goethe – người mà tôi không biết. Ông giải thích: *"Hắn là Shakezpeare của Đức. Nũ người Đức trết tiệt lúc nào*

cũng trích dẫn hắn. Tỗm thật. Rồi họ còn nói: ‘Hă? Anh khônk biết Goethe ư?’”.

Ông đã đọc thơ Goethe bằng tiếng Đức gốc và thấy tầm thường. Lúc đó tôi còn rất trẻ và dễ bị ấn tượng bởi những quan điểm mạnh mẽ. Lời buộc tội kia đã khiến tôi nghi ngờ về vị thế nhà tư tưởng lớn của Goethe. Nhiều năm sau, khi đã hiểu biết hơn, tôi mới đánh giá cao tài năng văn chương của Goethe. Nhưng tôi phải thừa nhận rằng thầy mình có lý về sự tầm thường của Goethe trong một số lĩnh vực. Dù là một tác gia lừng lẫy có tầm ảnh hưởng lớn tới thế giới, Goethe vẫn không kiềm chế được việc phát biểu “lấn sân” sang triết học và khoa học. Ông làm vậy với tất cả nhiệt thành và khả năng của một người nghiệp dư.

Vào cuối thế kỷ 18, Goethe nghĩ ra một cơ chế màu sắc để bác bỏ lý thuyết của Isaac Newton. Chỉ có điều lý thuyết của Goethe dựa cả vào thơ ca và khoa học, bao gồm cả luận điểm kỳ dị “Sắc màu kia là cả kỳ công và khổ đau của ánh sáng”. Tôi không muốn hậm hực với giọng điệu thực chứng nhưng câu đó hoàn toàn vô nghĩa. Ông cũng chất đầy cuốn tiểu thuyết*Elective Affinities* (Tương hợp chọn lọc) ý tưởng giả dối rằng hôn nhân cũng giống như phản ứng hóa học. Nếu cặp AB tiếp xúc với cặp CD, việc ngoại tình tất yếu sẽ xảy ra và tạo thành các cặp đôi mới giống như phản ứng hóa học vậy: AB + CD → AD + BC, mà chẳng hề hàm ý hay ẩn dụ gì: các nhân vật đã thực sự thảo luận về phép giao hoán cuộc đời trên. Dù tiểu thuyết này còn những ưu điểm khác (đặc biệt là khi miêu tả về niềm đam mê), Goethe vẫn không nên lấn sân sang khoa học.

Ngay cả kiệt tác *Faust* của Goethe cũng chứa đựng những suy đoán xưa cũ về thuật giả kim (ít ra nó còn thú vị), và tệ hơn là một cuộc đối thoại vô vị kiểu Socrates giữa các “Neptunist” (người theo thuyết Thủy thành) và “Plutonist” (người theo thuyết Hỏa thành)* về việc các tảng đá hình thành như thế nào. Người theo thuyết Thủy thành như Goethe cho rằng đá được kết tủa từ các khoáng chất trong lãnh địa của Thần Biển; họ đã sai. Người theo thuyết Hỏa thành (được đặt theo tên vị thần địa ngục Pluto) đã đưa ra một luận điểm trong lời của chính (mà đúng) Satan trong *Faust* – có thể nói là một ngụ ý rõ ràng – rằng hầu hết đá đều được tạo ra bởi núi lửa và nhiệt nằm sâu trong lòng đất. Như mọi khi, Goethe vẫn chọn bên thua cuộc bởi

điều này khiến óc thẩm mỹ của ông mãn nguyện. Giống như *Frankeinstein, Faust* vẫn luôn là một câu chuyện có tầm ảnh hưởng mạnh mẽ viết về sự cao ngạo trong khoa học. Nhưng sau khi qua đời năm 1832, Goethe hẳn phải rất thất vọng dưới suối vàng nếu biết rằng tính khoa học và triết lý của tác phẩm này đã sớm tan rã và giờ người ta chỉ đọc nó vì giá trị văn học mà thôi.

Tuy nhiên, Goethe đã có một đóng góp cuối cùng đáng kể cho khoa học nói chung và bảng tuần hoàn nói riêng khi ông bảo trợ cho một người. Năm 1809, với tư cách là quốc vụ khanh, Goethe có trách nhiệm chọn một nhà khoa học cho vị trí còn trống trong khoa hóa học tại Đại học Jena. Sau khi nghe bạn bè giới thiệu, Goethe đã có một quyết định xuất sắc. Ông lựa chọn một người trùng tên với mình: Johann Wolfgang Döbereiner. Döbereiner là một người tỉnh lẻ không có bằng hóa học và lý lịch kém, chỉ đến với hóa học sau khi thất bại trong ngành công nghiệp dược, dệt may, nông nghiệp và sản xuất bia. Tuy nhiên, những công việc đó dạy Döbereiner những kỹ năng thực tế trong thời đại công nghiệp nhảy vọt mà một quý tộc như Goethe không bao giờ được học và rất ngưỡng mộ. Goethe mau chóng có thiện cảm với chàng thanh niên này. Họ thường ngồi hàng giờ liền và bàn về những vấn đề nóng hổi trong hóa học như: tại sao bắp cải đỏ làm xỉn thìa bạc, và các thành phần trong kem đánh răng Madame de Pompadour. Nhưng tình bạn không thể xóa bỏ sự khác biệt lớn về xuất thân và giáo dục. Từ đầu, Goethe được hưởng một nền giáo dục đậm chất cổ điển, và đến ngày nay ông vẫn thường được ca ngợi là người biết tuốt cuối cùng (có hơi cường điệu). Điều này từng đúng khi nghệ thuật, khoa học và triết học chưa có sự tách biệt rõ ràng. Ông cũng đã ngao du khắp thế giới. Khi được Goethe đề cử cho vị trí ở Jena, Döbereiner thậm chí còn chưa từng rời khỏi Đức; và các trí thức quý tộc như Goethe vẫn chiếm lĩnh giới khoa học thay vì anh chàng quê mùa như Döbereiner.

Vậy nên không có gì lạ khi đóng góp lớn nhất cho khoa học của Döbereiner đến từ stronti, một nguyên tố hiếm mà cái tên không bắt nguồn từ Hy Lạp và cũng chẳng dính dáng gì tới La Mã. Stronti là nguyên tố đầu tiên dự báo về sự tồn tại của bảng tuần hoàn. Một bác sĩ đã phát hiện ra nó trong phòng thí nghiệm của bệnh viện ở "phố đèn đỏ" London vào năm 1790, không xa nhà hát Hoàn Cầu cũ của Shakespeare. Ông đặt tên cho nó theo nguồn gốc

của các khoáng sản đang nghiên cứu: Strontian – một làng khai mỏ ở Scotland. Döbereiner đã tiếp tục nghiên cứu này 20 năm sau đó. Nghiên cứu của Döbereiner tập trung (chú ý đến tính thực tiễn) tìm kiếm phương pháp để "cân" chính xác nguyên tử khối của các nguyên tố. Lúc đó, stronti là một nguyên tố mới và hiếm: một thách thức thực sự. Với sự khuyến khích của Goethe, ông bắt đầu nghiên cứu các đặc điểm của nó. Khi xử lý các số liệu thu được từ thí nghiệm với stronti, ông nhận thấy một điều kỳ quặc: nguyên tử khối của nó nằm chính xác giữa của canxi và bari. Hơn nữa, tính chất hóa học của stronti rất giống bari và canxi. Bằng cách nào đó, stronti là sự pha trộn của hai nguyên tố – một nhẹ hơn và một nặng hơn – kể trên.

Bị hấp dẫn, Döbereiner bắt đầu "cân" chính xác nhiều nguyên tố hơn để tìm kiếm các bộ ba khác. Clo-brom-iốt; lưu huỳnh-selen-telu bắt đầu xuất hiện và còn nhiều nữa. Trong mỗi bộ ba kể trên, nguyên tử khối của nguyên tố thứ hai nằm giữa các nguyên tố còn lại. Tin chắc rằng đây không phải là sự trùng hợp, Döbereiner bắt đầu gộp các bộ ba này thành các nhóm – tiền thân của những cột trong bảng tuần hoàn ngày nay. Thật vậy, các nhà hóa học gây dựng nên những bảng tuần hoàn đầu tiên 50 năm sau đó đều bắt đầu từ các cột của Döbereiner.*

Nguyên nhân bảng tuần hoàn phải chờ thêm 50 năm nữa mới ra đời (khi Dmitri Mendeleev công bố) là vì việc nghiên cứu về các bộ ba nguyên tố đã đi chệch hướng. Thay vì sử dụng stronti và các nguyên tố láng giềng để tìm kiếm quy luật sắp xếp nguyên tố phổ quát, các nhà hóa học (chịu ảnh hưởng của đạo Kitô giáo, thuật giả kim và niềm tin của trường phái Pythagoras rằng những con số là hiện thân của hiện thực siêu hình bằng cách nào đó) nhìn đâu cũng thấy "bộ ba" và cắm đầu vào nghiên cứu "Thần số bộ ba". Họ tính toán chỉ để tìm cho ra bộ ba. Chỉ cần tìm ra được một mối quan hệ như vậy, họ vẫn sẽ cố biến nó thành một điều thiêng liêng, bất kể quá trình có mệt mỏi đến mức nào. Tuy nhiên, nhờ có Döbereiner, stronti là nguyên tố đầu tiên được đặt chính xác trong sơ đồ phổ quát lớn hơn của các nguyên tố. Döbereiner sẽ không bao giờ tìm ra tất cả những điều này nếu không có sự tin tưởng và sau đó là sự hỗ trợ của Goethe.

Sau đó, Döbereiner một lần nữa chứng minh Goethe đã không nhìn nhầm người: năm 1823, ông phát minh ra “bật lửa” bỏ túi đầu tiên. Chiếc bật lửa này dựa vào khả năng rất đáng tò mò là hấp thụ được (nhờ đó lưu trữ) một lượng lớn khí hydro dễ cháy của bạch kim. Trong thời đại mà từ nấu ăn tới sưởi ấm đều cần lửa, lợi ích kinh tế của phát minh này là không thể đo đếm được. Chiếc bật lửa (được gọi là “đèn Döbereiner”) đã giúp Döbereiner nổi tiếng toàn cầu chẳng kém gì Goethe.

Vậy nên dù các công trình khoa học của Goethe còn cẩu thả, nhưng các tác phẩm của ông đã giúp lan truyền ý tưởng rằng khoa học là cao quý, và sự bảo trợ của ông đã thúc đẩy sự ra đời của bảng tuần hoàn. Ít nhất thì ông vẫn xứng đáng có một vị trí danh dự trong lịch sử khoa học (điều hẳn sẽ làm ông hài lòng). Tôi cũng xin được trích câu nói của chính đại thi hào Goethe (xin lỗi người thầy ở phòng thí nghiệm hồi đại học của tôi!): “Lịch sử của khoa học chính là khoa học.”

Goethe coi trọng vẻ đẹp trí tuệ của khoa học, và những người giống như ông thường sẽ say sưa trong tính đối xứng của bảng tuần hoàn và sự lặp lại có chút biến tấu của nó (như nhạc của Bach vậy). Tuy nhiên, không phải mọi nét đẹp của bảng tuần hoàn đều trừu tượng. Bảng tuần hoàn truyền cảm hứng nghệ thuật dưới mọi hình thức. Bản thân vàng, bạc, bạch kim vốn rất đẹp, và các nguyên tố như cadimi và bitmut cũng tạo ra màu sắc sặc sỡ trong khoáng chất hay sơn dầu. Các nguyên tố cũng có vai trò to lớn trong thiết kế để tạo ra các vật dụng đẹp đẽ hằng ngày. Các loại hợp kim mới thường có sự cải thiện tinh tế về độ bền hay tính linh hoạt, giúp một thiết kế đang từ tiện dụng trở nên phi thường. Nếu pha trộn đúng nguyên tố, ngay cả cây bút máy hết sức bình thường cũng có thể trông đầy uy nghiêm* (câu này quả thật không hề ngoa, ít nhất là với những người thích bút).

Vào cuối những năm 1920, nhà thiết kế huyền thoại người Hungary (sau này là người Mỹ) László Moholy-Nagy đã tạo ra sự khác biệt mấu chốt giữa “lỗi thời cưỡng bức” và “lỗi thời nhân tạo”. Lỗi thời cưỡng bức là quá trình tất yếu của công nghệ, xuất hiện đầy rẫy trong lịch sử: lưỡi cày nhường đường cho máy gặt, súng hỏa mai nhường đường cho súng máy Gatling, vỏ tàu chuyển từ gỗ sang thép. Ngược lại, Moholy-Nagy cho rằng

lỗi thời nhân tạo đã thống trị thế kỷ 20 và sẽ còn hơn nữa. Mọi người từ bỏ hàng tiêu dùng không phải vì chúng hết hạn sử dụng, mà bởi có các thiết kế mới lạ hơn. Là một nghệ sĩ và cũng được coi là triết gia về thiết kế, Moholy-Nagy cho rằng lỗi thời nhân tạo là thực dụng, ấu trĩ và "băng hoại đạo đức". Thật khó tin, nhưng cây bút máy cực kỳ bình thường từng là điển hình về khát khao tham lam của con người về bất kỳ một thứ gì cao cấp và *tân thời*.

Cuộc phiêu lưu của cây bút bắt đầu từ năm 1923 từ một người, như thể Nhẫn Chúa trong tay Frodo. Năm 28 tuổi, Kenneth Parker đã thuyết phục được ban giám đốc của công ty gia đình mình tập trung đầu tư vào một thiết kế mới của anh: cây bút Duofold xa xỉ. (Anh đã thông minh đợi đến khi cha mình – chủ công ty – lên đường chu du trên biển quanh châu Phi và châu Á để không bị ai phủ quyết.) Mười năm sau, trong những ngày tồi tệ nhất của Đại Khủng hoảng, Parker đã lần nữa "tất tay" với một mẫu bút xa xỉ khác: bút Vacumatic. Và chỉ vài năm sau đó, Parker (khi đó đã trở thành ông chủ) lại khao khát một thiết kế mới nữa. Ông đã đọc và tiếp thu các lý thuyết về thiết kế của Moholy-Nagy, nhưng thay vì để sự chỉ trích nặng tính đạo đức của "lỗi thời nhân tạo" gặm nhấm mình, Parker đã nhìn nó theo phong cách rất Mỹ: cơ hội hốt được bộn tiền. Nếu thấy một thứ tốt hơn cái mà mình đang có, người ta sẵn sàng mua ngay cả khi không cần đến. Và vì thế, vào năm 1941, ông đã giới thiệu thứ được công nhận là cây bút vĩ đại nhất lịch sử: Parker 51. Nó được đặt tên theo tuổi đời của Công ty Bút Parker tính tới khi mẫu bút tuyệt vời và hoàn toàn phù phiếm này xuất hiện tại các cửa hàng.

Đây là mẫu bút rất thanh lịch. Nắp bút được mạ vàng hoặc crom, kẹp bút có hình mũi tên vàng óng. Thân bút thuôn tròn, thôi thúc người ta cầm lên như một điếu xì gà và có các màu sắc sang trọng như: Xanh Tuyết tùng, Xanh Nassau, Ca cao, Mận và Đỏ Đam mê. Đầu bút có màu Đen Ấn như đầu một chú rùa vươn lên thon nhọn, phần họng bút tạo thành kiểu bút thư pháp đẹp mắt của phương Tây. Từ đầu bút nhô ra một cái ngòi màu vàng tí hon (trông như một chiếc lưỡi đang cuộn lại) tuôn mực ra khi viết. Bên trong lớp vỏ mượt mà đó, thân bút làm bằng loại nhựa Lucite mới nhận bằng sáng chế, và một ống mực hình trụ cũng mới nhận bằng sáng chế để chứa một loại mực cũng vừa mới nhận bằng sáng chế – lần đầu tiên trong

lịch sử, mực không khô nhờ bay hơi *trên* mặt giấy mà *xuyên* qua thớ giấy, lập tức khô nhờ thấm hút. Ngay cả cách nắp chụp lên thân bút cũng nhận được hai bằng sáng chế. Các kỹ sư của Parker quả là thiên tài chế tạo bút.



Dân chơi bút thường nói Parker 51 là cây bút vĩ đại nhất lịch sử và là một trong những thiết kế lịch lãm nhất ở mọi lĩnh vực. Ngòi bút được chế tạo từ nguyên tố ruteni hiếm và bền. (Nguồn: Jim Mamoulides, www.PenHero.com)

Tỳ vết duyên dáng duy nhất trên tuyệt tác này là phần ngòi vàng thực sự chạm vào tờ giấy. Vàng là một kim loại dẻo và dễ biến dạng nếu ấn mạnh khi viết. Ban đầu, Parker bọc ngòi bút bằng một vòng osimiridi – hợp kim của iridi và osimi. Tuy độ cứng rất phù hợp cho mục đích trên nhưng hai kim loại này khan hiếm, đắt tiền và khó tìm được nguồn nhập khẩu. Một sự thiếu hụt hoặc tăng giá đột ngột có thể làm hỏng thiết kế. Vì vậy, công ty Parker đã thuê một học giả chuyên ngành luyện kim từ Đại học Yale để tìm vật liệu thay thế. Chỉ trong một năm, công ty đã nộp đơn xin cấp bằng sáng chế khác cho ngòi bút ruteni – nguyên tố mà khi ấy chỉ khá hơn phế liệu. Nhưng cuối cùng, đó lại là một lựa chọn xứng đáng và ruteni bắt đầu xuất hiện trong ngòi bút của Parker 51 từ năm 1944.*

Thành thật mà nói, dù có kỹ thuật chế tác vượt trội thì Parker 51 vẫn chỉ là một cây bút với chức năng cơ bản là viết lên giấy. Nhưng như nhà thiết kế huyền thoại Moholy-Nagy từng dự đoán: cái đẹp đã đập bẹp cái nết. Với ngòi bút mới, quảng cáo của công ty Parker thuyết phục người tiêu dùng rằng dụng cụ viết của con người đã đạt đến mức hoàn mỹ, khiến mọi người bắt đầu vứt bỏ các mẫu Parker trước đó để mua nó. Parker 51 – “cây bút được thèm muốn nhất thế giới” – đã trở thành biểu tượng của địa vị: cây bút duy nhất mà các chủ ngân hàng, người môi giới và chính trị gia hàng đầu dùng để ký séc, hóa đơn và thẻ ghi điểm golf. Ngay cả các tướng Dwight D. Eisenhower và Douglas MacArthur cũng sử dụng Parker 51 để ký các hiệp ước chấm dứt Thế Chiến II ở châu Âu và Thái Bình Dương vào năm 1945. Nhờ được quảng cáo rộng rãi và niềm hân hoan vì chiến tranh kết thúc tràn ngập thế giới, doanh số bút đã tăng vọt. Từ 440.000 chiếc vào năm 1944 đến 2,1 triệu vào năm 1947: một kỳ tích tuyệt vời khi giá của Parker 51 đã tăng từ 12,5 đô la Mỹ (năm 1941) lên tới 50 đô la Mỹ (tương đương mức tăng từ khoảng 100 đô la Mỹ tới khoảng 400 đô la Mỹ thời nay). Hơn nữa, hộp mực và ngòi ruteni bền cũng có nghĩa là chẳng ai phải thay bút cả.

Ngay cả Moholy-Nagy cũng phải trầm trồ về Parker 51 (mặc dù sẽ thấy đau khổ khi thấy lý thuyết của mình lại được áp dụng vào mục đích marketing lộ liễu). Sự cân bằng, vẻ ngoài, khả năng tiết mực láng mịn như kem của nó đã khiến Moholy-Nagy ngất ngây; ông từng nói nó là một thiết kế hoàn hảo. Ông thậm chí còn cố vấn cho công ty Parker từ năm 1944. Có tin đồn suốt nhiều thập kỷ rằng Moholy-Nagy chính là người đã thiết kế mẫu bút này. Công ty Parker tiếp tục bán nhiều phiên bản khác nhau của mẫu này cho đến năm 1972. Và dù đắt gấp đôi mẫu bút có giá đứng thứ hai, nó bán chạy hơn mọi cây bút từng xuất hiện cho đến lúc bấy giờ, thu về 400 triệu đô la Mỹ doanh thu (tương đương vài tỷ đô la Mỹ ngày nay).

Không lâu sau khi Parker 51 “quy ẩn”, thị trường bút cao cấp bắt đầu teo lại. Lý do khá hiển nhiên: dù Parker 51 được chi tiền phát triển mạnh tay để vượt trội hơn các cây bút khác, bút mực vẫn dần bị “lỗi thời cưỡng bức” khi máy chữ xuất hiện. Nhưng có một câu chuyện châm biếm trong “vụ chuyển giao” đó: với sự góp mặt của văn hào Mark Twain và vẫn liên quan tới bảng tuần hoàn.

Sau khi nhìn thấy một mẫu máy chữ vào năm 1874, Twain đã lập tức mua một cái với giá cực đắt: 125 đô la Mỹ (tương đương 2.400 đô la Mỹ ngày nay), bất chấp suy thoái kinh tế toàn cầu. Chỉ trong một tuần, ông đã bắt đầu dùng nó để viết thư (máy chỉ viết được chữ hoa, không viết được chữ thường) về việc ông mong tống khứ nó đi như thế nào: "QUÁ MỆT ĐẦU", ông than thở. Đôi khi khó mà phân biệt được những lời phàn nàn thực sự với tính cách cấm cảu của ông, nên có thể ông đang nói quá. Nhưng đến năm 1875, ông đã đem cho chiếc máy chữ ấy và mua hai cây bút máy mới, rồi giới thiệu chúng cho bạn mình. Sự đam mê của ông với những cây bút đắt tiền không bao giờ giảm, ngay cả khi "phải vừa viết vừa chửi thì nó mới ra mực". Rõ là chúng không phải Parker 51.

Tuy nhiên, chính Twain lại đóng góp cho chiến thắng chung cuộc của máy chữ trước bút cao cấp nhiều hơn bất cứ ai. Ông gửi *Life on the Mississippi* (Cuộc sống trên sông Mississippi) – bản thảo đánh máy đầu tiên – cho một nhà xuất bản vào năm 1883. (Nó được đọc cho thư ký đánh máy chứ không phải Twain.) Và khi công ty máy chữ Remington đề nghị ông đưa ra lời chứng thực cho máy của họ (bởi Twain đã phải miễn cưỡng mua một chiếc máy khác), ông đã gửi một lá thư từ chối cộc lốc. Remington vẫn cho in bức thư này.* Chỉ riêng việc Twain – người nổi tiếng nhất ở Mỹ lúc bấy giờ – có chiếc máy đã là một lời bảo chứng tuyệt vời rồi.

Những câu chuyện về việc nguyền rủa những cây bút mình yêu và dùng máy đánh chữ mình ghét đã khắc họa sự mâu thuẫn trong Twain. Dù ông là sự tương phản với Goethe về mặt văn chương, nhưng cả hai người đều có sự mâu thuẫn khi nói về công nghệ. Twain không có mong ước thực hành khoa học, nhưng cả ông và Goethe đều bị khoa học cuốn hút. Đồng thời, họ nghi ngờ loài *Homo sapiens* liệu có đủ thông minh để sử dụng công nghệ đúng cách. Goethe thể hiện nghi ngờ này trong *Faust*. Còn Twain đã viết ra những điều mà ngày nay ta xếp vào khoa học viễn tưởng. Thật đó. Trái ngược với những cuốn tiểu thuyết du hành trên thuyền thuở thiếu thời của mình, ông đã viết những truyện ngắn về các phát minh, công nghệ, những vùng đất phản địa đàng và du hành không-thời gian. Thậm chí, câu chuyện gây sửng sốt *Sold to Satan* (Bán linh hồn cho Satan) còn nói tới những hiểm họa của bảng tuần hoàn.

Bối cảnh của câu chuyện dài 2.000 từ này bắt đầu vào khoảng năm 1904, ngay sau tình huống vỡ bong bóng cổ phiếu thép giả định. Vì đã chán ngấy việc sục sạo kiếm tiền nên nhân vật chính quyết định bán linh hồn bất tử của mình cho Satan. Nhằm thương lượng và chốt được hợp đồng này, anh và Satan gặp nhau trong một cái hang vào lúc nửa đêm, uống một chút rượu toddy và thảo luận về mức giá bèo bọt cho những linh hồn. Nhưng chẳng mấy chốc, anh bất giác thất kinh khi nhận ra rằng cơ thể Satan hoàn toàn làm bằng radi.

Sáu năm trước khi Twain viết câu chuyện này, Marie Curie đã khiến giới khoa học kinh ngạc bằng các nguyên tố phóng xạ. Tin tức này khá mới mẻ, nhưng Twain hẳn đã thâm nhập khá sâu vào giới khoa học để viết nên các tình tiết cợt nhả cho tác phẩm này. Tính phóng xạ của radi làm không khí xung quanh nhiễm điện nên nhân vật chính hết sức thích thú khi thấy Satan phát sáng màu xanh lục. Ngoài ra, tia phóng xạ khiến radi luôn nóng hơn môi trường xung quanh, giống như một khối đá mang dòng máu nóng vậy. Lượng radi càng nhiều thì nhiệt càng cao. Do đó, Satan của Twain – một khối radi cao 1,85 m và nặng hơn 400 kg – có thể châm xì gà chỉ bằng một đầu ngón tay. (Satan nhanh chóng dập nó đi, cốt "để dành nó cho Voltaire". Nghe thấy vậy, nhân vật chính buộc hắn phải mang thêm 50 điếu nữa cho các danh nhân, trong đó có Goethe.)

Sau đó, câu chuyện đi vào một số chi tiết của quy trình làm giàu các kim loại phóng xạ. Đây không phải là tác phẩm xuất sắc nhất của Twain, nhưng nó cũng có khả năng tiên tri giống như các tác phẩm viễn tưởng hay nhất. Để tránh thiêu rụi những người mà hắn gặp, cơ thể radi của Satan được bao phủ bởi lớp da poloni – cũng là một nguyên tố mới do Marie Curie phát hiện – bảo vệ. Điều này là vớ vẩn về mặt khoa học: một lớp poloni "trong suốt, mỏng như màng gelatin" không thể kìm giữ được sức nóng của một khối radi lớn tới như vậy. Nhưng có thể du di cho Twain vì poloni phục vụ tình tiết then chốt: nó cho Satan một lý do để đe dọa. "Nếu ta lột bỏ lớp da này, thế giới sẽ bị thiêu thành tro bụi. Mặt Trăng dù có ngủ yên cũng phải chịu chung số phận: nó sẽ tan thành tro bụi và trôi dạt trong không gian vô định như một cơn bão tuyết xám màu tàn tro!".

Twain vẫn là Twain, ông không thể để cái ác chiến thắng. Nhiệt lượng khổng lồ từ radi bị kìm giữ đã khiến Satan phải nhanh chóng thừa nhận trong cay đắng: “Nó đang thiêu sống ta từ bên trong”. Nhưng nếu nhìn nhận một cách nghiêm túc thì Twain đã lo sợ về sức mạnh khủng khiếp của năng lượng hạt nhân ngay từ năm 1904. Nếu có thể sống tới năm 1945, ông chắc chắn sẽ lắc đầu ngán ngẩm (dù chẳng mấy ngạc nhiên) khi thấy con người thèm khát tên lửa hạt nhân thay vì coi nó là một nguồn năng lượng dồi dào. Không giống như Goethe thường lấn sân sang những ngành hóc búa, chúng ta vẫn có thể dễ dàng đọc hiểu các tác phẩm khoa học của Twain nếu được hướng dẫn.

Những nguyên tố thuộc phần dưới của bảng tuần hoàn đã khiến Twain thất vọng. Nhưng trong tất cả các câu chuyện về các nghệ sĩ và nguyên tố hóa học, không có gì buồn và khắc nghiệt hơn cuộc phiêu lưu của nhà thơ Robert Lowell với một nguyên tố nằm ở đầu bảng tuần hoàn: liti.

Khi còn học tại một trường dự bị đại học vào đầu những năm 1930, bạn bè đã đặt biệt danh cho Lowell là “Cal” trong Caliban – nhân vật xấu xa tột cùng trong vở kịch *The Tempest* (Tạm dịch: Bão tố). Nhiều người khác lại cho rằng biệt danh đó được đặt theo tên bạo chúa Caligula. Dù gì đi nữa, cái tên này phù hợp với người thi sĩ tự bạch có chung đặc điểm với các nghệ sĩ điên khùng – như Van Gogh hay Edgar Allan Poe – có tài năng xuất chúng tuôn ra từ những cõi riêng trong tâm thức mà hầu hết chúng ta còn không hiểu được, chứ đừng nói là khai thác để làm nghệ thuật. Không may là Lowell không thể giữ cho sự điên rồ chỉ ở trong những bài thơ, mà để cho nó vương vãi ra đời thường. Có lần ông xuất hiện ở cửa nhà một người bạn, lắp bắp nói với niềm tin rằng mình chính là Đức Mẹ Maria. Một lần khác, tại Bloomington (bang Indiana), ông tin mình có thể dừng xe chạy trên cao tốc chỉ bằng cách dang tay ra như Chúa Jesus. Trong các lớp mình dạy, ông đã lãng phí hàng giờ để lảm nhảm và viết lại những bài thơ của từng học sinh lúng túng theo phong cách Tennyson hoặc Milton lỗi thời. Khi 19 tuổi, ông bỏ rơi vị hôn thê và lái xe từ Boston đến một ngôi nhà nông thôn ở Tennessee để gặp nhà thơ mà Lowell hy vọng sẽ cố vấn cho mình. Ông nghĩ người đó sẽ cho mình ở nhờ. Nhà thơ ấy ân cần giải thích rằng nhà ông không còn phòng trống, và đùa rằng Lowell sẽ phải cắm trại

trên bãi cỏ nếu muốn ở lại. Lowell gật đầu và rời đi. Ông đến Sears mua một cái lều con và quay lại dựng lều trên bãi cỏ.

Giới yêu văn chương thích thú với những câu chuyện này. Và trong những năm 1950 và 1960, Lowell là nhà thơ xuất sắc ở Mỹ, giành nhiều giải thưởng, bán được hàng ngàn cuốn sách. Mọi người đều cho rằng Lowell đã bị một nàng thơ tưởng tượng nào đó làm loạn trí. Dược tâm lý học – một lĩnh vực xuất hiện trong thời đại đó – có cách giải thích khác: Cal bị mất cân bằng hóa học, khiến ông bị hưng trầm cảm. Công chúng chỉ thấy một người hoang dã, mà không phải là những cảm xúc đen tối đã hủy hoại tinh thần và vắt kiệt tài sản của ông. May thay, chất ổn định tâm lý thực sự đầu tiên – có chứa liti – đã có mặt ở Mỹ vào năm 1967. Lowell – lúc ấy mới nhập viện tâm thần, nơi bác sĩ phải tịch thu thắt lưng và dây giày của ông – đã đồng ý chữa bệnh trong cơn bĩ cực.

Thật kỳ lạ, dù rất có tiềm năng để làm thuốc nhưng liti lại không có vai trò sinh học bình thường. Nó không phải là một khoáng chất thiết yếu (như sắt hay magie) hay dưỡng chất vi lượng như crom. Trong thực tế, liti nguyên chất hoạt động hóa học mạnh tới mức đáng sợ. Những túi áo đầy rẫy lông bụi được cho là đã bốc cháy khi chìa khóa (hay tiền xu) làm đoản mạch pin liti cầm tay (gây đánh lửa) khi chúng đang leng keng theo từng bước chân. Liti (ở dạng thuốc là muối Li_2CO_3) cũng không hoạt động theo cách ta mong đợi ở một loại thuốc. Chúng ta dùng thuốc kháng sinh khi bị nhiễm trùng nặng để diệt vi khuẩn. Nhưng dùng liti khi có cơn hưng hoặc trầm cảm nặng lại không giải quyết được vấn đề. Liti chỉ ngăn chặn các cơn bệnh tiếp theo tái phát. Và mặc dù các nhà khoa học đã biết về tác dụng của liti từ năm 1886, nhưng ngay cả tới bây giờ, họ vẫn không hiểu tại sao nó lại hiệu quả.

Liti điều chỉnh nhiều chất làm thay đổi tâm trạng trong não và tác dụng của nó rất phức tạp. Thú vị nhất là liti dường như có thể tái thiết nhịp sinh học của cơ thể. Ở người bình thường, điều kiện môi trường xung quanh – đặc biệt là Mặt Trời – quyết định sự vui vẻ và xác định khi nào chúng ta kiệt sức. Chu kỳ sinh học của người bình thường kéo dài hai-mươi-bốn-giờ. Chu kỳ sinh học của người rối loạn lưỡng cực lại độc lập với Mặt Trời. Khi khỏe, bộ não họ tràn ngập chất kích thích thần kinh tích cực và việc

thiếu ánh nắng mặt trời sẽ không tắt được các hưng phấn ấy. Một số người gọi đó là "phấn khích bệnh lý": những người như vậy hầu như không cần ngủ, và tự tin đến mức một người đàn ông Boston trong thế kỷ 20 như thế tin rằng Chúa Thánh Thần đã chọn anh ta làm hiện thân của Chúa Jesus dưới trần gian. Cuối cùng, những đợt hưng phấn đó khiến não bộ suy kiệt và làm cơ thể gục ngã. Những người bị hưng trầm cảm khi chuyển sang pha trầm cảm thường nằm lỳ trên giường hàng tuần lễ.

Liti điều chỉnh các protein điều khiển đồng hồ sinh học của cơ thể. Thật kỳ lạ, "đồng hồ" này phụ thuộc vào ADN ở các tế bào thần kinh đặc biệt nằm sâu trong não. Các protein đặc biệt gắn vào ADN mỗi sáng, rồi bị phân hủy và rơi ra sau một khoảng thời gian cố định. Ánh sáng mặt trời tái thiết các protein nhiều lần nên chúng có thể đính vào ADN lâu hơn nhiều. Trên thực tế, các protein chỉ rơi ra lúc trời tối: khi não bộ "nhận ra" các protein đó không còn gắn vào ADN nữa, nó sẽ ngừng sản xuất chất kích thích. Quá trình này không được như vậy ở những người hưng trầm cảm: các protein vẫn gắn với ADN ngay cả khi thiếu ánh sáng mặt trời. Bộ não không nhận ra rằng không nên hoạt động "hết sức" nữa. Liti giúp tách protein khỏi ADN để người bệnh có thể thư giãn. Cần lưu ý rằng: bất chấp sự có mặt của liti, ánh sáng mặt trời vẫn thiết lập lại các protein khi trời sáng; chỉ khi đêm xuống thì liti mới gỡ bỏ protein khỏi ADN. Không như "ánh nắng đóng viên", liti hoạt động như "chất phản nắng". Về mặt thần kinh học, nó đảo ngược tác động của ánh sáng mặt trời và đưa đồng hồ sinh học trở lại nhịp 24 giờ, tránh hình thành các bong bóng hưng phấn dẫn đến những pha "vỡ mộng" – như ngày Thứ ba Đen tối châm ngòi cho Đại Khủng hoảng vậy.

Lowell lập tức phản ứng tốt với liti. Cuộc sống của ông dần ổn định hơn (mặc dù không có nghĩa là ổn định hoàn toàn), và có lúc ông tuyên bố rằng mình đã khỏi bệnh. Khi tinh thần ổn định hơn, ông đã nhìn lại cuộc sống cũ: đầy rẫy ẩu đả, rượu chè bê tha và các cuộc ly hôn – cũng đã làm tổn hại đến rất nhiều người. Trong tất cả những dòng thơ chân thực và giàu cảm xúc của mình, không gì chua xót và mô tả xúc động sự cân bằng hóa học mong manh của con người hơn là lời bộc bạch của Lowell với nhà xuất bản Robert Giroux, sau khi ông bắt đầu được điều trị bằng thuốc chứa liti.

Ông nói: “Bob ạ, thật khủng khiếp khi nghĩ rằng tất cả những gì tôi phải chịu đựng, tất cả những đau khổ mà tôi gây ra đều xuất phát từ việc thiếu một chút muối trong não”.

Lowell thấy liti đã giúp cuộc sống của ông tốt hơn nhiều, nhưng hiệu quả của liti đối với các tác phẩm của ông rất đáng tranh cãi. Cũng như Lowell, hầu hết nghệ sĩ cảm thấy việc chuyển từ chu kỳ hưng trầm cảm sang chu kỳ 24 giờ giúp họ làm việc hiệu quả mà không bị phân tâm bởi sự hưng phấn hay trầm cảm. Tuy nhiên, luôn luôn có những tranh luận về việc liệu các tác phẩm của họ có bị ảnh hưởng sau khi “lành bệnh” hay không – khi họ bị mất kết nối với phần tâm trí mà hầu hết chúng ta không bao giờ nhìn thấy.

Nhiều nghệ sĩ cho biết họ cảm thấy mình chững lại và trở nên trầm lặng sau khi sử dụng liti. Một trong những người bạn của Lowell nói rằng ông trông giống như một con thú bị nuôi nhốt. Và thơ ông chắc chắn đã thay đổi sau năm 1967: ngày càng “xù xì” và ít trau chuốt hơn thấy rõ. Thay vì viết ra những dòng thơ từ tâm trí hoang dại, ông bắt đầu trích những dòng thơ từ những lá thư riêng, làm tổn thương những người mà ông trích dẫn. Lowell đã giành giải Pulitzer năm 1974 cho tác phẩm như vậy nhưng nó không tồn tại được lâu. Ngày nay chẳng ai đọc nó, khác hẳn các tác phẩm mà ông viết khi còn “trẻ trâu”. Với tất cả những gì mà bảng tuần hoàn đã truyền cảm hứng cho Goethe, Twain và những người khác, liti đã mang lại cho Lowell sức khỏe nhưng đã đè nén tài năng nghệ thuật, biến một thiên tài điên rồ thành người bình thường.

Chương 15
Những nguyên tố dấy lên sự điên rồ

Se 34 78,963	Mn 25 54,938	Pd 46 106,421	Pa 91 231,036	Rg 111 (280)

Robert Lowell đại diện cho mẫu nghệ sĩ điên khùng, nhưng trong cộng đồng vẫn còn một dạng người với tâm lý bất thường nữa: nhà khoa học điên. Các nhà khoa học điên của bảng tuần hoàn ít gào rú với công luận hơn các nghệ sĩ điên và thường cũng không có đời tư "tai tiếng" lắm. Tâm lý của họ khó thấy hơn, và những sai lầm của họ là điển hình cho một loại bệnh thần kinh kỳ lạ gọi là "khoa học ảo tưởng"*. Và cũng thật tò mò rằng sự điên rồ đó lại có thể tồn tại song song với sự sáng suốt trong cùng một tâm trí.

Không giống hầu như toàn bộ giới khoa học trong cuốn sách này, William Crookes – sinh năm 1832, con trai của một thợ may ở London – chưa từng nghiên cứu tại trường đại học. Là anh cả của 15 đứa em (bản thân ông sau này cũng có tới 10 đứa con), ông nuôi gia đình đông đúc bằng cách viết cuốn sách nổi tiếng về kim cương và biên tập cho tạp chí tin tức khoa học "lá cải" *Chemical News*. Thế nhưng Crookes – đeo kính, râu ria xồm xoàm – đã có những nghiên cứu khoa học đẳng cấp thế giới về các nguyên tố như selen và tali. Ông được bầu vào Hội Hoàng gia – câu lạc bộ khoa học hàng đầu nước Anh – khi mới 31 tuổi. Một thập kỷ sau, ông suýt thì bị đuổi ra khỏi Hội.

Ông bắt đầu tuột dốc vào năm 1867, khi em trai Philip bỏ mạng trên biển.* Tuy – hoặc có lẽ chính vì – gia đình quá đông anh em nên William cùng những người khác gần như phát điên vì đau buồn. Thời bấy giờ, Thuyết thông linh[1] du nhập từ Mỹ đã ảnh hưởng mạnh mẽ đến giới quý tộc và dân buôn trên khắp nước Anh. Ngay cả Arthur Conan Doyle (cha đẻ của nhân vật thám tử Sherlock Holmes) siêu duy lý cũng phải nhường một chỗ để xác nhận thuyết này là thật trong tâm khảm rộng rãi. Là sản phẩm của thời đại ấy, nhà Crookes – chủ yếu là dân buôn không được đào tạo về khoa

học hay có bản năng khoa học – thường tham dự tập thể các buổi lễ để tự an ủi và trò chuyện với linh hồn của Philip tội nghiệp.

[1]. Thuyết thông linh (spiritualism) là quan điểm cho rằng người đã mất vẫn tồn tại ở thế giới bên kia và có thể giao tiếp với người còn sống. Thuyết này phát triển và đạt tới cực thịnh từ khoảng năm 1840 đến năm 1920, đặc biệt mạnh ở các nước nói tiếng Anh. (BTV)

Không rõ tại sao một tối nọ, William lại tới buổi lễ cùng gia đình. Có lẽ vì tinh thần đoàn kết. Hoặc vì một người em của ông là quản lý sân khấu cho cô đồng. Cũng có thể để khuyên mọi người đừng quay lại – trong nhật ký của mình, ông cho rằng những “liên kết” tâm linh như vậy là chỉ là trò lừa đảo hào nhoáng. Nhưng kẻ hồ nghi là ông đã rất kinh ngạc khi thấy cô đồng chơi đàn accordion mà không cần dùng tay và “các thông điệp tự hiện lên” theo kiểu bàn cầu cơ (Ouija) chỉ bằng một bút trâm và tấm bảng. Lòng phòng bị dần buông xuống, và khi cô đồng bắt đầu chuyển các thông điệp lảm nhảm của Philip từ thế giới bên kia, William đã bật khóc. Ông tham dự nhiều buổi hơn, thậm chí còn phát minh ra một thiết bị để tìm kiếm những linh hồn lang thang trong các phòng đầy ánh nến. Không rõ “máy dò” mới của ông – gồm một quả cầu thủy tinh chân không, bên trong có một chong chóng gió cực nhạy – có thực sự tìm được Philip hay không (chúng ta chỉ có thể đoán). Nhưng William không thể gạt bỏ những cảm xúc khi nắm tay các thành viên trong gia đình tại buổi lễ. Từ đó, ông tham dự thường xuyên hơn.

Sự duy tâm này đã khiến Crookes trở thành thiểu số (hoặc thậm chí là chỉ có mình ông) trong Hội Hoàng gia, nơi đa phần theo chủ nghĩa duy lý. Hiểu được điều này, vào năm 1870, Crookes quyết định che giấu thiên kiến của mình khi công bố một nghiên cứu về Thuyết thông linh. Hầu hết các thành viên của Hội Hoàng gia đều vui mừng, cho rằng ông sẽ đả phá hoàn toàn chủ thuyết này trong một nghiên cứu ồn ào. Nhưng đời không như là mơ. Sau ba năm tụng niệm và gọi hồn, Crookes đã xuất bản *Notes of an Enquiry in the Phenomena Called Spiritual* (Những ghi chú khi nghiên cứu hiện tượng tâm linh) năm 1874 trong tạp chí *Quarterly Journal of Science* mà ông sở hữu. Ông tự coi mình là một Marco Polo của những lĩnh vực huyền bí, chuyên đi thám hiểm những vùng đất mới về tâm linh. Nhưng

thay vì công kích tất cả chiêu trò tâm linh – “sự thăng thiên”, “bóng ma”, “tiếng gõ”, “cái bóng lập lòe”, “bàn ghế tự lơ lửng” – ông kết luận rằng trò lừa bịp hay thuật thôi miên tập thể cũng không thể (ít nhất là *hoàn toàn*) lý giải được mọi điều ông thấy. Crookes cũng không tỏ ra mình ủng hộ mù quáng, nhưng ông tuyên bố rằng mình đã tìm thấy “tàn dư” chứng minh thế lực siêu nhiên có thật.*

Việc Crookes ủng hộ Thuyết thông linh – dù không quá nhiệt tình – đã gây sốc cho tất cả mọi người ở Anh, ngay cả những người theo thuyết này. Họ bắt đầu hò reo để tán thưởng Crookes. Đến tận ngày nay, một số “thợ săn ma” vẫn viện dẫn nghiên cứu lỏng lẻo của ông như là “bằng chứng” cho thấy người thông minh sẽ thay đổi quan điểm về Thuyết thông linh nếu họ là người có tâm trí khoáng đạt. Đồng nghiệp của Crookes trong Hội Hoàng gia cũng ngạc nhiên không kém, nhưng họ càng kinh hãi nhiều hơn. Họ cho rằng Crookes đã bị các mánh khóe lừa bịp, bị đám đông lôi kéo và bị đám cô đồng đạo sư đồng bóng mê hoặc. Họ cũng phá tan lớp men khoa học bóng bẩy mà ông phủ lên báo cáo. Chẳng hạn: Crookes đã ghi lại các “dữ liệu” không liên quan về nhiệt độ và áp suất khí quyển bên trong phòng thông linh, như thể những sinh vật vô hình có thể sẽ không thò đầu ra nếu thời tiết không thuận lợi. Chuyện càng tệ hơn khi những người bạn cũ công kích Crookes, gọi ông là kẻ nhà quê, đồ cò mồi. Nếu các nhà tâm linh ngày nay đôi khi vẫn trích dẫn lời Crookes, thì một số nhà khoa học lại không thể tha thứ cho ông vì đã mở màn cho 135 năm ngớ ngẩn của phong trào Kỷ nguyên Mới. Họ còn trích dẫn công trình về các nguyên tố hóa học trước đó để chứng minh rằng ông đã phát điên.

Số là khi còn trẻ, Crookes đã đi tiên phong trong nghiên cứu về selen. Mặc dù là một dưỡng chất vi lượng thiết yếu ở mọi loài động vật (sự cạn kiệt selen trong máu của bệnh nhân AIDS là dấu hiệu báo tử khá chính xác), selen lại độc hại ở liều lượng lớn. Những người chăn thả gia súc biết rất rõ điều này. Nếu không được trông nom cẩn thận, gia súc của họ sẽ ăn phải *cỏ điên* – một loại cỏ thuộc họ đậu cố định selen từ đất. Chúng sẽ loạng choạng, ngã rồi sốt, lở loét và chán ăn – một loạt triệu chứng của bệnh “loạng choạng mù”. Nhưng chúng lại thích cảm giác kích thích đó. Dấu hiệu rõ rệt nhất cho thấy selen làm chúng điên là khi chúng nghiện ăn *cỏ điên* và bỏ bê mọi thứ, mặc kệ những tác dụng phụ khủng khiếp. Đây chính

là ma túy của động vật. Một số nhà sử học giàu trí tưởng tượng còn cho rằng George Armstrong Custer thua Trận Little Bighorn vì ngựa của ông đã ăn *cỏ điên* trước đó. Nhìn chung thì điều này cũng khá phù hợp vì cái tên “selen” xuất phát từ *selene* (tiếng Hy Lạp nghĩa là “Mặt Trăng”) có liên quan đến từ *luna* (từ nguyên của lunaticus, nghĩa là “mất trí” và “điên dại”) trong tiếng Latin.

Với sự độc hại đó, dường như là có lý khi đổ tội cho selen trong quá khứ về những ảo tưởng của Crookes. Tuy nhiên, một số sự thật lại không ủng hộ phỏng đoán này. Độc tố của selen thường phát tác trong vòng một tuần; còn Crookes trở nên ngờ nghệch khi đã trung niên – rất lâu sau khi ông ngừng nghiên cứu về selen. Hơn nữa, sau nhiều thập kỷ mà những người chăn nuôi gia súc nguyền rủa nguyên tố thứ 34 mỗi khi một con bò loạng choạng, nhiều nhà hóa sinh hiện nay cho rằng các chất khác trong *cỏ điên* cũng đóng góp phần lớn vào tình trạng điên rồ và nhiễm độc. Cuối cùng, một bằng chứng chắc chắn là râu Crookes chưa từng rụng – một triệu chứng điển hình của nhiễm độc selen.

Như một số người nhận định, râu không rụng cũng minh chứng việc ông trở nên ngờ nghệch không liên quan tới tali, vì “chất độc của những kẻ hạ độc” cũng làm rụng lông tóc. Crookes phát hiện ra tali ở tuổi 26 (một khám phá dường như chắc chắn đã đưa ông vào Hội Hoàng gia) và tiếp tục nghiên cứu nó trong phòng thí nghiệm suốt một thập kỷ. Nhưng rõ ràng lượng tali mà ông hít phải còn không đủ để một sợi ria mép rụng. Hơn nữa, liệu có ai bị trúng độc tali (hay selen) mà vẫn có được một trí tuệ sắc bén như vậy khi về già? Crookes thực sự đã rút khỏi giới thông linh sau năm 1874, tái cống hiến cho khoa học và cho ra đời những khám phá lớn. Ông là người đầu tiên đề xuất sự tồn tại của đồng vị. Ông cũng chế tạo một thiết bị mới quan trọng và xác nhận sự hiện diện của heli trong đá – dấu hiệu đầu tiên cho thấy sự tồn tại của nó trên Trái Đất[1]. Năm 1897, vị hiệp sĩ mới được tấn phong William Crookes chuyên tâm vào phóng xạ. Ông thậm chí còn phát hiện ra (dù không hề hay biết) nguyên tố protactini năm 1900.

[1]. *Các nhà khoa học lần đầu tiên biết tới sự tồn tại của heli khi quan sát quang phổ của Mặt Trời vào năm 1868. Ngày 26/3/1895, nhà hóa học*

Scotland William Ramsay lần đầu tiên phân lập được heli trên Trái Đất. Nó được Norman Lockyer và William Crookes xác nhận là heli (BTV).

Có lẽ cách lý giải tốt nhất việc Crookes sa lầy vào Thuyết thông linh là tâm lý đau đớn khi mất em trai. Ông đã sa vào “khoa học ảo tưởng” trước cả khi thuật ngữ này ra đời.

Để hiểu được thuật ngữ này, tốt nhất ta cần xóa bỏ mọi quan niệm sai lầm về từ “ảo tưởng”, và nói rõ những gì *không phải là* khoa học ảo tưởng. Nó không mang tính lừa đảo vì những tín đồ của khoa học ảo tưởng tin rằng họ đúng, chỉ là người khác không hiểu được. Nó không phải ngụy khoa học, những lĩnh vực giả danh khoa học nhưng từ chối dùng các phương pháp khoa học. Nó cũng không phải là khoa học đã được chính trị hóa, khi mọi người thề trung thành với một khoa học sai lầm vì các mối đe dọa hoặc ý thức hệ lệch lạc. Cuối cùng, nó không phải là sự điên rồ lâm sàng hay niềm tin đơn thuần. Nó là một sự điên rồ đặc biệt, một ảo tưởng tỉ mỉ và khoa học. Các nhà “khoa học ảo tưởng” chọn một hiện tượng ngoài lề, không liên quan, lôi cuốn họ vì lý do gì đó và sử dụng tất cả sự nhạy bén khoa học để chứng minh sự tồn tại của nó. Nhưng cách này đã sai ngay từ đầu: nó chỉ phục vụ nhu cầu cảm xúc cá nhân để thỏa mãn đức tin. Bản thân Thuyết thông linh không phải là khoa học ảo tưởng nhưng chính Crookes đã biến nó thành như vậy qua những “thí nghiệm” cẩn thận của ông và sự gọt giũa mang tính khoa học mà ông đưa ra.

Và trên thực tế, khoa học ảo tưởng không phải lúc nào cũng nảy sinh từ các lĩnh vực bên lề. Nó cũng phát triển mạnh trong các lĩnh vực chính thống nhưng mang tính phỏng đoán, chỉ có rất ít dữ liệu và bằng chứng rất khó diễn giải. Ví dụ điển hình là phân ngành liên quan đến việc tái tạo khủng long và các sinh vật tuyệt chủng khác của cổ sinh vật học.

Trên một số phương diện, chúng ta hầu như chẳng biết gì về các sinh vật đã tuyệt chủng: một bộ xương hoàn chỉnh đã hiếm, dấu vết các mô mềm lại càng hiếm hơn. Có một câu nói đùa của những người tái tạo động vật tiền sử là: nếu loài voi cũng đã tuyệt chủng từ trước, thì bất cứ ai đào được bộ xương voi ma mút ngày nay sẽ hình dung ra một con chuột hamster khổng lồ có ngà chứ không phải là một loài thú lông lá da dày và có vòi.

Chúng ta cũng chỉ biết rất ít về các đặc điểm của các loài động vật khác: vằn, dáng đi, môi, bụng, mõm, diều, dạ cỏ hay bướu; còn chưa kể đến lông mày, mông, móng guốc, má, lưỡi và vú. Tuy nhiên, bằng cách so sánh các rãnh và vết lõm trên xương hóa thạch với xương của các sinh vật hiện đại, người trong ngành có thể hình dung ra cơ bắp, kích thước, dáng đi, răng, thậm chí cả tập tính giao phối của các loài tuyệt chủng. Các nhà cổ sinh vật học chỉ cần thật cẩn thận, tránh ngoại suy quá xa.

Khoa học ảo tưởng sẽ lợi dụng sự thận trọng đó. Về cơ bản, các tín đồ của nó sử dụng chính sự mơ hồ về bằng chứng *làm bằng chứng* cho mình. Họ cho rằng các nhà khoa học không thể biết tuốt, nên vẫn có chỗ cho lý thuyết riêng của bản thân mình. Đó chính là những gì đã xảy ra với nguyên tố mangan và megalodon.*

Câu chuyện bắt đầu năm 1873, khi tàu nghiên cứu HMS *Challenger* khởi hành từ Anh để khám phá Thái Bình Dương. Rất thô sơ, thủy thủ đoàn đã quăng xuống biển hàng loạt xô khổng lồ gắn với sợi thừng dài gần 5 km để vét đáy đại dương. Ngoài các loài cá và sinh vật chưa từng thấy trước đây, họ đã kéo lên hàng tá tảng đá có dạng giống như khoai tây hay kem ốc quế hóa thạch. Những tảng đá chủ yếu chứa mangan này xuất hiện ở khắp các đại dương, nghĩa là phải có hàng tỷ tảng đá như vậy rải rác khắp thế giới.

Đó chỉ là khúc dạo đầu. Điều ngạc nhiên thứ hai đến khi thủy thủ đoàn dập vỡ các tảng đá: mangan đã kết tụ xung quanh răng cá mập khổng lồ. Răng cá mập lớn nhất, kỳ dị nhất ngày nay chỉ dài tối đa khoảng 7 cm. Còn những chiếc răng được mangan bao bọc đó ít nhất cũng dài 13 cm. Chúng có thể nghiền nát xương dễ như ăn kẹo. Sử dụng các kỹ thuật cơ bản tương tự như với các hóa thạch khủng long, các nhà cổ sinh vật xác định (chỉ từ răng!) rằng loài mà sau này được đặt tên là megalodon dài khoảng 15 m, nặng xấp xỉ 50 tấn và có thể bơi với tốc độ khoảng 80 km/h. Bộ hàm 250 răng của nó hẳn phải có lực ngoạm lên tới ngàn tấn, nó chủ yếu ăn cá voi nguyên thủy ở vùng nước nông nhiệt đới. Loài cá mập này có lẽ đã tuyệt chủng khi con mồi di cư vĩnh viễn đến vùng nước lạnh hơn, sâu hơn – một môi trường không phù hợp với sự trao đổi chất cao và cơn đói dữ dội của nó.

Tất cả đều là khoa học chân chính, nhưng mangan đã khởi động “ảo tưởng”.* Răng cá mập la liệt ở dưới đáy đại dương vì chúng dường như là hợp chất sinh học cứng nhất và cũng là duy nhất của xác cá mập đã được biết tới là có thể tồn tại dưới áp suất ở đáy đại dương (hầu hết cá mập có bộ xương sụn). Trong rất nhiều kim loại tan trong nước biển, không rõ tại sao mangan lại kết tụ quanh răng cá mập, nhưng các nhà khoa học biết sơ sơ về tốc độ tích lũy của nó: khoảng 0,5 đến 1,5 mm mỗi thiên niên kỷ. Từ tốc độ đó, họ xác định rằng phần nhiều răng thu được ít nhất cũng có từ 1,5 triệu năm trước, nghĩa là megalodon có thể đã tuyệt chủng trong khoảng thời gian đó.

Nhưng một số răng megalodon lại có lớp màng mangan mỏng một cách bí ẩn, chỉ tương đương khoảng 11.000 năm. Và đây chính là lỗ hổng mà một số người theo khoa học ảo tưởng bấu víu vào. Đối với quá trình tiến hóa, 11.000 năm là một khoảng thời gian rất ngắn. Và thực sự không có gì đảm bảo rằng các nhà khoa học sẽ không thể tìm thấy một mẫu vật từ 10.000 năm trước, thậm chí là 8.000 năm trước hay còn gần đây hơn nữa.

Dễ thấy suy nghĩ này sẽ dẫn ta đến đâu. Vào những năm 1960, một số nhà nghiên cứu nghiệp dư với trí tưởng tượng như phim *Công viên kỷ Jura* tin chắc rằng loài megalodon vẫn sống lẩn khuất trong các đại dương. Họ hò reo “Megalodon vẫn còn kìa!”. Và giống như lời đồn về Khu vực 51 hay vụ ám sát Tổng thống Kennedy, những giai thoại về megalodon vẫn được truyền tụng tới tận ngày nay. Câu chuyện phổ biến nhất là megalodon đã tiến hóa để tồn tại dưới đáy biển sâu, và hiện đang chiến đấu với các loài thủy quái ở độ sâu thăm thẳm. Giống như những hồn ma bóng quế của Crookes, megalodon hẳn là đang lẩn tránh và đó là lý do phù hợp biện bạch cho việc ngày nay ta hiếm khi thấy loài cá mập siêu lớn đó.

Có lẽ ai cũng hy vọng rằng megalodon vẫn đang lảng vảng đâu đó giữa biển khơi. Thật không may, ý tưởng này không thể đứng vững khi được xem xét kỹ lưỡng. Đáng chú ý, những chiếc răng với lớp mangan mỏng chủ yếu rời ra từ đá nền dưới đáy đại dương (không thể tích tụ mangan), và chỉ tiếp xúc với nước gần đây. Chúng hẳn phải “già” hơn 11.000 năm tuổi rất nhiều. Tất cả nhân chứng nói từng tận mắt nhìn thấy quái thú đều là các thủy thủ vốn hay thêu dệt; và megalodon trong những câu chuyện của họ có

kích thước và hình dạng khác nhau. Một con cá mập trắng dài tới 90 m, như trong tiểu thuyết *Moby Dick!* (Thật buồn cười khi không ai nghĩ đến việc chụp ảnh nó.) Nhìn chung, những câu chuyện như vậy quá mức chủ quan, cũng như lời tuyên bố của Crookes về những sinh vật siêu nhiên vậy. Nếu không có bằng chứng khách quan nào thì khó mà kết luận rằng megalodon (dù chỉ là vài con) có thể thoát khỏi tấm lưới săn bắt của Tiến hóa.

Nhưng điều thật sự khiến cho cuộc săn lùng megalodon trở thành ảo tưởng chính là nghi ngờ từ giới nghiên cứu lại củng cố thêm niềm tin cho mọi người. Thay vì bác bỏ trực tiếp những lập luận về lớp mangan mỏng của giới khoa học nghiêm túc, những người tin vào khoa học ảo tưởng phản công bằng những trường hợp “nổi loạn” chống lại lý thuyết khoa học chính thống. Họ luôn nhắc tới cá vây tay cổ: loài cá biển sâu nguyên thủy này xuất hiện tại một chợ cá ở Nam Phi vào năm 1938, dù được cho là đã tuyệt chủng 80 triệu năm trước. Theo logic đó, vì các nhà khoa học đã sai về cá vây tay cổ nên họ cũng có thể sai về megalodon. Và “có thể” là tất cả những gì một người yêu thích megalodon cần. Lý thuyết của họ về sự tồn tại hiện nay của loài này không dựa trên bằng chứng khoa học thực sự mà chỉ là cảm xúc: hy vọng, nhu cầu tin rằng điều phi thường là sự thực.

Những cảm xúc như vậy thể hiện rõ nhất trong trường hợp tiếp theo. Đây chính là trường hợp khoa học ảo tưởng vĩ đại nhất, là “người trong mộng” của các nhà tương lai học, thủy quái hydra trong giới khoa học: phản ứng hợp hạch lạnh.

Pons và Fleischmann. Fleischmann và Pons. Họ đáng nhẽ là bộ đôi khoa học vĩ đại nhất từ thời Watson và Crick, thậm chí là tính cả từ Marie và Pierre Curie. Nhưng rốt cuộc, danh tiếng của họ lại trở thành tai tiếng. Ngày nay, cái tên B. Stanley Pons và Martin Fleischmann chỉ gợi nhớ đến những kẻ mạo danh, lừa đảo và gian lận (dẫu có hơi bất công).

Có thể nói thí nghiệm xây dựng và hủy hoại danh tiếng của Pons và Fleischmann đơn giản tới không tưởng. Năm 1989, hai nhà hóa học của Đại học Utah này đã đặt một điện cực paladi trong bồn nước nặng và cho dòng điện chạy qua. Điện phân nước thường sẽ phân tách nó thành khí

hydro và khí oxy. Điện phân nước nặng cũng tương tự như vậy, chỉ khác là hạt nhân hydro trong nước nặng có thêm một neutron. Vì vậy, thay vì phân tử H2 thông thường, Pons và Fleischmann lại thu được phân tử khí hydro nặng (deuteri) có thêm một neutron trong hạt nhân của mỗi nguyên tử.

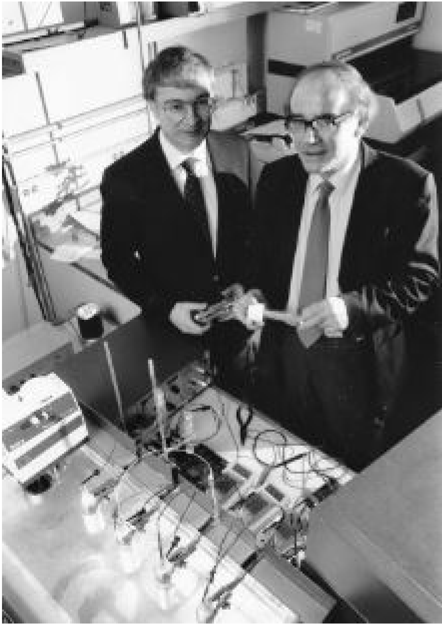
Điều làm cho thí nghiệm này đặc biệt là sự kết hợp giữa hydro nặng với paladi – một kim loại ánh bạc có đặc tính gây sửng sốt: nó có thể hấp thụ lượng khí hydro nhiều gấp 900 lần thể tích bản thân. Điều này tương đương với một người đàn ông ngót nghét 120 kg nuốt được một tá voi đực châu Phi* mà vòng bụng không hề to thêm một centimet nào. Và khi điện cực paladi trong nước nặng bắt đầu hấp thụ deuteri, con số trên nhiệt kế và các dụng cụ khác của Pons và Fleischmann đã tăng vọt. Nước ấm hơn nhiều so với khả năng chuyển hóa thành nhiệt của dòng điện đang dùng để điện phân. Pons nói rằng: có lần nước nóng tới nỗi đã làm thủng một lỗ từ cốc xuống bàn thí nghiệm bên dưới nó và tới tận sàn bê tông.

Hoặc ít nhất thì nói nhiệt độ cũng tăng vọt vài lần. Nhìn chung, thử nghiệm rất thất thường; và với cùng một cách bố trí cũng như thực hiện, kết quả thu được lại không phải luôn luôn giống nhau. Nhưng thay vì tìm hiểu ở chỗ paladi, hai nhà khoa học này lại cho rằng họ đã phát hiện ra phản ứng hợp hạch lạnh ở nhiệt độ phòng, không cần tới nhiệt độ và áp lực cực lớn tại tâm các ngôi sao. Vì paladi có thể hấp thụ rất nhiều deuteri, họ đoán rằng nó đã hợp hạch proton và neutron thành heli (bằng cách nào đó) và giải phóng năng lượng trong quá trình đó.

Pons và Fleischmann đã nôn nóng mở một cuộc họp báo để công bố kết quả của họ, cơ bản ngụ ý rằng các vấn đề năng lượng của thế giới đã kết thúc. Thời đại của nguồn năng lượng rẻ và sạch đã tới. Và giống như chính paladi, giới truyền thông lập tức "hấp thụ" tuyên bố vĩ đại này. (Nhà vật lý Steven Jones – đồng nghiệp của họ ở Đại học Utah – cũng theo đuổi các thí nghiệm hợp hạch tương tự. Tuy nhiên, Jones không được chú ý vì ông đưa ra những tuyên bố khiêm tốn hơn.) Pons và Fleischmann lập tức nổi tiếng và sự cuồng nhiệt của dư luận có vẻ cũng ảnh hưởng cả giới khoa học. Trong một cuộc họp của Hội Hóa học Mỹ ngay sau công bố, bộ đôi này đã được hoan nghênh nhiệt liệt.

Nhưng có một số điều quan trọng cần lưu ý. Khi hoan nghênh Fleischmann và Pons, nhiều nhà khoa học có lẽ đang nghĩ về chất siêu dẫn. Cho đến năm 1986, các chất siêu dẫn được cho là không thể tồn tại ở nhiệt độ cao hơn -240°C. Đột nhiên, hai nhà nghiên cứu người Đức đã phát hiện ra chất siêu dẫn hoạt động ở nhiệt độ cao hơn. (Họ đã giành giải Nobel trong thời gian ngắn kỷ lục: chỉ một năm sau đó.) Các nhóm nghiên cứu khác tiếp tục phát hiện ra các chất siêu dẫn ytri "nhiệt độ cao" ở -173°C chỉ sau đó vài tháng. (Kỷ lục hiện nay là chất siêu dẫn ở -139 C.) Tuy nhiên, những nhà khoa học dự đoán sự bất khả thi của các chất siêu dẫn như vậy lại thấy bẽ bàng. Câu chuyện này trong vật lý siêu dẫn cũng giống như việc tìm ra cá vây tay cổ còn đang sống nhăn răng. Và giống như mơ mộng về megalodon, những tín đồ của phản ứng hợp hạch lạnh vào năm 1989 vin vào sự điên rồ của chất siêu dẫn khi đó, và buộc các nhà khoa học đối lập không vội vã quyết định. Thật vậy, tín đồ của phản ứng hợp hạch lạnh đã phát cuồng trước cơ hội lật đổ nền khoa học cũ – sự mê muội điển hình của khoa học ảo tưởng.

Tuy nhiên, vài người hoài nghi (đặc biệt là tại CalTech – Viện Công nghệ California) đã sôi lên. Phản ứng hợp hạch lạnh đã kích động bản năng khoa học của họ, còn sự kiêu ngạo của Pons và Fleischmann lại chọc giận sự khiêm tốn của họ. Hai người đó đã bỏ qua quá trình bình duyệt thông thường khi công bố kết quả. Một số người còn cho rằng họ là bọn bịp bợm muốn trục lợi, đặc biệt là sau khi trực tiếp kêu gọi Tổng thống George H. W. Bush đầu tư ngay 25 triệu đô la Mỹ cho quỹ nghiên cứu. Pons và Fleischmann cũng tự khiến hình ảnh của bản thân xấu đi khi không trả lời các câu hỏi về thiết bị paladi và quy trình thử nghiệm của họ, như thể cho rằng hỏi như vậy là xúc phạm. Họ tuyên bố không muốn ý tưởng của mình bị đánh cắp, nhưng điều này càng khiến họ trông như thể đang che giấu điều gì đó.



Mặc dù vấp phải sự bác bỏ của gần như toàn bộ giới khoa học trên thế giới, Stanley Pons và Martin Fleischmann vẫn tuyên bố đã tạo ra phản ứng hợp hạch ở nhiệt độ phòng. Thiết bị của họ gồm một bể nước nặng với các điện cực làm từ nguyên tố paladi. (Nguồn: Khoa Sưu tập Đặc biệt, Thư viện J. Willard Marriott, Đại học Utah, Mỹ)

Tuy nhiên, giới khoa học đầy hồ nghi trên thế giới (trừ Ý, nơi đã xuất hiện thêm một tuyên bố phản ứng hợp hạch lạnh) đã làm đúng như những gì Stanley Pons và Martin Fleischmann công bố nhằm tái lặp kết quả của thí nghiệm về paladi và deuteri, và bắt đầu vả vào mặt bộ đôi của Đại học Utah những kết quả là số không tròn trĩnh. Vài tuần sau, trong nỗ lực hẳn phải mạnh mẽ nhất từ thời Galileo nhằm phản đối hoặc bôi xấu giới khoa học, hàng trăm nhà hóa học và vật lý đã tổ chức mít tinh chống lại Pons và Fleischmann ở Baltimore. Họ đã chứng minh bộ đôi này phạm phải sai lầm rất thô thiển và đáng xấu hổ: sử dụng kỹ thuật đo lường sai và bỏ qua các lỗi thực nghiệm. Một nhà khoa học cho rằng hai người đã để khí hydro tích tụ, và những đỉnh "hợp hạch" lớn nhất thực ra là vụ nổ hóa học giống như đã xảy ra ở thảm họa *Hindenburg*[1] vậy. (Đỉnh được cho là hợp hạch tạo ra các lỗ trên bàn thí nghiệm xảy ra trong đêm, khi không có ai xung quanh.) Thông thường phải mất nhiều năm để tìm ra một lỗi khoa học (hoặc ít nhất là để giải quyết một câu hỏi gây tranh cãi), nhưng phản ứng hợp hạch lạnh đã chết trong "ghẻ lạnh" chỉ sau vỏn vẹn 40 ngày kể từ lần đầu công bố.

Một người tham dự hội nghị đã tóm tắt lại câu chuyện ầm ĩ này bằng những vần thơ châm biếm, tuy còn hơi lạc điệu:

Anh em ơi,

Hàng chục triệu đô vừa đặt vào canh bạc

Bởi lẽ có mấy cha làm khoa học

Đặt nhiệt kế vào chỗ này thay vì chỗ khác.

Nhưng những hiệu ứng tâm lý thú vị của câu chuyện vẫn tiếp diễn. Nhu cầu tin vào năng lượng sạch, rẻ của thế giới quá mãnh liệt và mọi người khó có thể bình tâm. Và đây là nơi khoa học biến thành ảo tưởng. Giống như trong ngoại cảm, dường như chỉ có cô đồng mới có khả năng mang lại các kết quả then chốt và chỉ trong những điều kiện không công khai được. Chính vì vậy, giới đam mê phản ứng hợp hạch lạnh không những không dừng lại, mà còn khuyến khích giới đam mê nghiệp dư. Pons và Fleischmann cũng không thoái lui, và những người ủng hộ nói đỡ rằng hai người (và cả chính mình) là những "kẻ nổi loạn" quan trọng: những người duy nhất *hiểu chuyện*. Sau năm 1989, một số nhà phê bình khoa học phản bác bằng các thí nghiệm của chính họ, nhưng các tín đồ của phản ứng hợp hạch lạnh luôn có khả năng thanh minh cho mọi kết quả tồi tệ (có khi còn giỏi hơn cả những gì họ thể hiện trong công trình khoa học ban đầu). Các nhà phê bình cuối cùng đã bỏ cuộc. Nhà vật lý David Goodstein của CalTech tóm tắt mọi vấn đề trong một bài luận xuất sắc về phản ứng hợp hạch lạnh: "Vì nhóm Hợp hạnh Lạnh coi bản thân họ là một cộng đồng đang bị bủa vây nên những phê bình nội bộ không xuất hiện nhiều. Các thử nghiệm và lý thuyết thường được chấp nhận từ đầu bởi nỗi lo sợ rằng thông tin sẽ đến tai các nhà phê bình (nếu họ có để tâm nghe ngóng). Trong trường hợp này, những kẻ gàn dở sẽ khua môi múa mép và khiến cho mọi thứ trở nên tệ hơn với những ai tin rằng ở đây họ đang làm khoa học nghiêm túc". Khó có thể mô tả súc tích về khoa học ảo tưởng hơn thế.*

[1]. *Thảm họa Hindenburg (6/5/1937) là sự kiện diễn ra khi tàu bay khinh khí nổi tiếng LZ 129 Hindenburg bị bắt lửa tại cột mốc kéo và đâm đầu xuống*

cháy rụi tại New Jersey (Mỹ). Vụ tai nạn kinh hoàng này khiến 35 người thiệt mạng trong số 97 người trên tàu, và đã kết thúc kỷ nguyên của tàu bay khinh khí. (BTV)

Lời giải thích bao dung nhất về Pons và Fleischmann là họ không phải lũ lừa đảo biết hợp hạch lạnh bất khả thi nhưng muốn nhanh ghi điểm. Họ sẽ bị bắt, bởi bấy giờ không còn là năm 1789 – thời mà có thể lừa từ thị trấn này sang thị trấn khác – nữa. Có thể họ đã hồ nghi nhưng lại bị tham vọng làm mờ mắt và muốn được cả thế giới tôn sùng, dù chỉ trong khoảnh khắc. Hoặc chỉ đơn giản là hai người bị lừa bởi một tính chất kỳ quặc của paladi. Tới nay cũng không ai biết paladi hấp thụ được nhiều hydro đến thế bằng cách nào. Nhằm vớt vát các nghiên cứu của Pons và Fleischmann (tuy loại bỏ quan điểm của họ), một số nhà khoa học thực sự nghĩ rằng có điều kỳ quặc đang diễn ra trong các thí nghiệm với nước nặng và paladi. Những bong bóng kỳ lạ xuất hiện trong paladi, còn các nguyên tử của nó tự sắp xếp lại theo những cách mới lạ. Có lẽ thậm chí đã xảy ra một số tương tác hạt nhân yếu. Dù sao, Pons và Fleischmann đã tiên phong trong lĩnh vực này. Tên của hai người sẽ được khắc ghi vào lịch sử khoa học, chỉ là không theo cách mà họ thích.

Dĩ nhiên, không phải mọi nhà khoa học điên đều chìm đắm trong khoa học ảo tưởng. Crookes đã thức tỉnh và tiếp tục có những nghiên cứu tuyệt vời. Cũng có những trường hợp hiếm hoi khi mà khoa học chân chính ban đầu lại chẳng khác gì khoa học ảo tưởng. Nhờ Wilhelm Röntgen gắng hết sức để chứng minh bản thân sai – một tín điều của phương pháp khoa học – khi theo đuổi một khám phá căn bản về các bức xạ vô hình nhưng không thể, nhà khoa học có tinh thần mong manh này đã mãi mãi lưu danh sử sách.

Vào tháng 11 năm 1895, Röntgen đang trong phòng thí nghiệm ở miền trung nước Đức với một ống Crookes – công cụ mới quan trọng để nghiên cứu các hiện tượng ở cấp độ hạ nguyên tử. Được đặt theo tên người phát minh ra nó (nhà-khoa-học-mà-bạn-biết-là-ai-đấy), ống Crookes bao gồm một bóng chân không thủy tinh với hai tấm kim loại đặt ở hai đầu. Khi có dòng điện chạy qua, một chùm tia sẽ bắn ra dọc khoảng không giữa hai tấm. Các nhà khoa học hiện nay đều biết đó là chùm tia electron, nhưng

Röntgen và giới khoa học năm 1895 thì không. Họ đã phải cố gắng tìm ra đó là gì.

Một đồng nghiệp của Röntgen đã phát hiện ra khi ông sử dụng một ống Crookes có lá nhôm nhỏ (gợi nhớ đến lá titan mà Per-Ingvar Brånemark hàn vào xương thỏ sau đó), chùm tia sẽ xuyên qua lá kim loại vào không khí quanh ống. Nó bị không khí dập tắt khá nhanh nhưng lại có thể thắp sáng một màn hình lân quang cách xa vài centimet. Röntgen kích động đến nỗi quyết lặp lại tất cả các thí nghiệm (dù là nhỏ nhất) của mọi đồng nghiệp. Vì thế ông đã tự mình thiết kế thí nghiệm này vào năm 1895, nhưng với một số thay đổi. Thay vì để ống Crookes trần, ông phủ nó bằng giấy đen để chùm tia chỉ thoát qua lá kim loại. Và thay vì chất lân quang mà đồng nghiệp sử dụng, ông đã sơn các tấm kính ảnh bằng một hợp chất bari phát quang.

Kể từ đây, câu chuyện bắt đầu tam sao thất bản. Khi Röntgen đang chạy một số thử nghiệm nhằm đảm bảo rằng chùm tia truyền giữa các điện cực đúng cách, một hiện tượng lạ thu hút sự chú ý của ông. Hầu hết các dị bản đều nói rằng đó là một miếng bìa cứng được phủ muối bari mà ông dựng trên bàn gần đó. Lại có đồng nghiệp nói rằng đó là một mảnh giấy mà một sinh viên tinh nghịch lấy tay vẽ chữ A hay S bằng muối bari. Dù gì đi nữa, Röntgen – vốn bị mù màu – cũng chỉ nhìn thấy một vệt trắng nhảy múa qua khóe mắt. Nhưng mỗi khi ông bật điện, tấm bìa có muối bari (hoặc chữ cái) lại phát sáng.

Röntgen xác nhận rằng không có ánh sáng nào thoát ra khỏi ống Crookes đã được bọc đen. Phòng thí nghiệm rất tối nên ánh nắng mặt trời cũng không thể gây phát quang được. Nhưng ông cũng biết chùm tia Crookes không thể tồn tại đủ lâu trong không khí để nhảy đến tận tấm kính ảnh hay tờ giấy. Sau này, ông thừa nhận từng nghĩ rằng mình bị ảo giác: chùm tia rõ ràng phát ra từ ống, nhưng ông không biết thứ gì có thể xuyên qua tờ giấy đen bọc quanh ống.

Vì vậy, Röntgen đã dựng lên một tấm chắn phủ muối bari và đặt một cuốn sách gần ống để chặn chùm tia. Trước sự thất kinh của ông, hình viền của chiếc chìa khóa đang đánh dấu trang xuất hiện trên tấm chắn. Có vẻ ông đã

nhìn xuyên qua vật. Ông thử đặt đồ vật vào các hộp gỗ kín nhưng vẫn nhìn thấy vật trong hộp. Nhưng khoảnh khắc đáng sợ nhất là khi ông cầm một thanh kim loại và nhìn thấy xương bàn tay của chính mình. Đến lúc ấy, Röntgen không cho đó là ảo giác nữa mà nghĩ mình đã phát điên rồi.

Ngày nay, ta hẳn sẽ bật cười khi thấy ông quá tỉ mỉ trong quá trình phát hiện ra tia X, nhưng hãy bàn đến thái độ đáng lưu ý của ông. Thay vì vội vã kết luận rằng mình đã phát hiện ra một điều hoàn toàn mới, Röntgen cho rằng ông đã phạm sai lầm ở đâu đó. Xấu hổ và quyết tâm tìm ra sai lầm ấy, ông nhốt mình trong phòng thí nghiệm suốt bảy tuần. Ông cho các trợ lý nghỉ, chỉ dùng bữa cho có và càu nhàu còn nhiều hơn trò chuyện với gia đình. Không giống như Crookes, đám người mê megalodon hay Pons và Fleischmann, Röntgen đã miệt mài làm việc để phát hiện của mình phù hợp với nền vật lý đã biết. Ông không muốn tạo ra một cuộc cách mạng.

Trớ trêu thay, dù đã làm mọi thứ để tránh khoa học ảo tưởng, các ghi chép của Röntgen cho thấy ông không thể rũ bỏ được suy nghĩ rằng mình đã phát điên. Hơn nữa, việc luôn lẩm bẩm kèm tính khí thất thường cũng khiến người khác nghi ngờ sự tỉnh táo của ông. Ông nói đùa với vợ là Bertha rằng: “Việc tôi đang làm sẽ khiến mọi người phải thốt lên ‘Thằng cha Röntgen phát điên rồi!’” Khi đó ông đã tới tuổi ngũ tuần, và vợ ông hẳn cũng tin ít nhiều.

Tuy nhiên, ống Crookes vẫn thắp sáng các tấm có muối bari, bất kể ông không muốn tin thế nào đi nữa. Vì vậy, Röntgen bắt đầu ghi lại hiện tượng này. Một lần nữa, không như ba trường hợp ảo tưởng ở trên, ông bác bỏ mọi tác động thoáng qua hoặc thất thường, mọi yếu tố được coi là chủ quan. Ông chỉ tìm kiếm kết quả khách quan: như các tấm kính ảnh. Sau khi tự tin hơn một chút, một chiều nọ, ông đưa Bertha vào phòng thí nghiệm và chiếu tia X lên tay vợ. Bà đã hoảng hốt khi nhìn thấy xương của mình, nghĩ rằng đó là điềm báo tử. Bà từ chối quay lại phòng thí nghiệm “bị ma ám” của ông, nhưng phản ứng của bà đã giúp Röntgen trút bỏ được gánh nặng trong lòng. Có lẽ đây sẽ là hành động yêu thương lớn nhất mà bà Bertha làm cho ông, vì điều này chứng minh rằng ông không hề tưởng tượng ra mọi thứ.

Sau đó, Röntgen rời phòng thí nghiệm với vẻ hốc hác và thông báo cho các đ`ồng nghiệp trên khắp châu Âu v`ề“tia röntgen”. Và tất nhiên là họ nghi ngờ ông như nghi ngờ Thuật thông linh của Crookes, hay những nhà khoa học sau này sẽ bác bỏ ý tưởng cho rằng megalodon còn sống và phản ứng hợp hạch lạnh vậy. Nhưng Röntgen rất kiên nhẫn và khiêm tốn: mỗi khi có người phản đối, ông đáp trả rằng mình đã kiểm tra khả năng đó, cho đến khi không còn ai phản đối nữa. Đây là ngoại lệ hiếm hoi bên cạnh những câu chuyện thường có kết cục không mấy tốt đẹp của khoa học ảo tưởng.

Các nhà khoa học rất khắt khe với những ý tưởng mới. Bạn có thể tưởng tượng ra họ đang thắc mắc: “Chùm tia bí ẩn vô hình nào lại có thể xuyên qua giấy đen và chụp được xương trong cơ thể ông vậy, Wilhelm?”



Ảnh chụp tia X thời đầu này cho thấy xương và chiếc nhẫn đáng ngưỡng mộ của bà Bertha Röntgen, vợ Wilhelm Röntgen. Vốn cho rằng mình đã phát điên, Wilhelm nhẹ cả người khi vợ ông cũng nhìn thấy xương bàn tay

bà trên một tấm kính ảnh phủ muối bari. Vợ ông thì không được vui vẻ như vậy và nghĩ rằng đó là điềm báo tử.

Nhưng khi ông đưa ra bằng chứng vững chắc, các thí nghiệm lặp lại nhiều lần, hầu hết đã vứt bỏ định kiến và chấp nhận ý tưởng của ông. Từ một giáo sư thường thường bậc trung, Röntgen đã trở thành người hùng khoa học lừng danh. Năm 1901, ông giành giải Nobel Vật lý đầu tiên. Hai thập kỷ sau, nhà vật lý Henry Moseley đã sử dụng thí nghiệm tia X tương tự để cách mạng hóa việc nghiên cứu bảng tuần hoàn. Mãi cho tới cả thế kỷ sau, vào năm 2004, người ta vẫn mến mộ ông tới mức đặt cho nguyên tố thứ 111 lớn nhất trên bảng tuần hoàn lúc bấy giờ (khi đó tạm gọi là “unununi”) cái tên “roentgeni”.

PHẦN V
KHOA HỌC NGUYÊN TỐ NAY VÀ MAI

Chương 16
Hóa học ở nhiệt độ âm cùng cực

Sn 50 118,711 | Ar 18 39,948 | Nd 60 144,242 | Rb 37 85,468

Röntgen không chỉ là một ví dụ điển hình về sự tỉ mỉ đáng quý trong khoa học; ông cũng nhắc nhở các nhà khoa học rằng bảng tuần hoàn không bao giờ thiếu những bất ngờ. Ngay cả ngày nay thì các nguyên tố vẫn luôn có điều mới lạ để khám phá. Tuy nhiên, do hầu hết các mục tiêu dễ dàng đều đã đạt được từ thời của Röntgen nên để khám phá được những điều mới cần có các phương pháp mạnh mẽ. Các nhà khoa học đã phải "chất vấn" các nguyên tố trong những điều kiện ngày càng khắc nghiệt – đặc biệt là cực lạnh – để chúng bộc lộ những tính chất kỳ lạ. Điều kiện cực lạnh cũng không phải luôn luôn suôn sẻ cho người thực hiện khám phá. Dù những người kế thừa của Lewis và Clark sau này đã khám phá phần lớn châu Nam Cực vào năm 1911, nhưng chưa từng có ai đặt chân đến Cực Nam. Vậy nên một cuộc đua lịch sử giữa các nhà thám hiểm xem ai có mặt tại đây trước là không thể tránh khỏi. Và một bài học cảnh tỉnh nghiệt ngã về hóa học ở nhiệt độ cực đoan cũng không thể tránh khỏi.

Năm đó rất lạnh (ngay cả theo chuẩn Nam Cực), nhưng nhóm thám hiểm người Anh do Robert Falcon Scott dẫn đầu vẫn tin rằng họ sẽ là những người đầu tiên đặt chân đến 90 độ vĩ nam. Đoàn của họ khởi hành tới Nam Cực bằng xe chó kéo cùng đồ tiếp tế vào tháng 11. Phần lớn đoàn là đội hỗ trợ; họ đã để lại thức ăn và nhiên liệu trên đường đi để nhóm nhỏ cuối cùng đến đích có thêm đồ tiếp tế khi trở về.

Thành viên trong đoàn rơi rụng từng chút một, và sau hàng tháng trời đi bộ, chỉ còn năm người đàn ông do Scott dẫn đầu đến cực nam vào tháng 1 năm 1912 – chỉ để thấy một túp lều màu nâu, một lá cờ Na Uy và một lá thư thân thiện đến khó chịu. Scott đã thua Roald Amundsen và nhóm của ông (đến trước nhóm Scott một tháng). Scott ghi lại cảm giác chua chát đó trong nhật ký: "Điều tồi tệ nhất đã xảy ra. Tất cả mộng tưởng đều tan

biến”. Và ngay sau đó: “Chúa ơi! Nơi này thật khủng khiếp. Giờ thì đến lúc phải về nhà – một cuộc hành trình đầy gian khổ. Tôi không chắc chúng ta có thể làm được”.

Nhóm Scott vốn đã chán nản vì những khó khăn trong hành trình trở về, mà Nam Cực còn ra sức quấy rối và trừng phạt họ. Họ phải mò mẫm nhiều tuần trong gió tuyết, và nhật ký (được tìm ra sau đó) cho thấy họ đã phải đối mặt với đói khát, thiếu vitamin C, mất nước, hạ thân nhiệt và hoại tử. Khắc nghiệt nhất là thiếu nhiên liệu sưởi ấm. Scott đã tới Bắc Cực một năm trước và phát hiện ra rằng lớp gioăng bằng da bịt hộp dầu hỏa của mình bị rò rỉ nghiêm trọng. Ông thường xuyên bị mất một nửa lượng dầu. Trong cuộc đua tới Nam Cực, nhóm ông đã thử dùng thiếc tinh khiết để hàn hộp đựng đồ. Nhưng khi lếch thếch tới chỗ những chiếc hộp tiếp tế dành cho chuyến trở về, họ phát hiện ra nhiều hộp đã trống rỗng. Tệ hơn, dầu thường ngấm vào thực phẩm.

Không có dầu hỏa, mọi người không thể nấu thức ăn hoặc làm tan băng để uống. Một người bị ốm chết; một người khác phát điên và bỏ đi trong giá lạnh. Ba người cuối cùng (bao gồm Scott) tiếp tục hành trình. Họ đã chết vì môi trường khắc nghiệt vào cuối tháng 3 năm 1912 khi chỉ còn cách trạm của Anh 18 km, mà không thể trụ được nốt những đêm cuối cùng để về tới nơi.

Vào thời đó, Scott nổi tiếng chẳng kém gì Neil Armstrong (người đầu tiên đặt chân lên Mặt Trăng sau này – BTV). Người dân Anh rất đau xót khi hay tin ông qua đời; một nhà thờ thậm chí còn lắp cửa sổ kính màu vinh danh ông vào năm 1915. Do đó, mọi người luôn tìm cách bào chữa cho mọi lời buộc tội ông, và bảng tuần hoàn trở thành một “kẻ phản diện” thích hợp. Thiếc mà Scott sử dụng làm mối hàn đã được đánh giá cao từ xa xưa, bởi nó rất dễ tạo hình. Trớ trêu thay, thiếc càng trở nên tinh khiết (nhờ sự phát triển của công nghệ luyện kim) thì lại càng tệ khi sử dụng hằng ngày. Bất cứ khi nào các công cụ, đồng xu hoặc đồ chơi bằng thiếc nguyên chất gặp lạnh, gỉ trắng sẽ dần bao phủ toàn bộ vật như sương muối bám trên cửa sổ vào mùa đông vậy. Các vết gỉ trắng sẽ ăn mòn thiếc cho đến khi nó trở nên giòn và vỡ vụn.

Đây không phải là một phản ứng hóa học giống như gỉ sắt. Hiện nay, giới khoa học đã biết điều này xảy ra do các nguyên tử thiếc trong một vật rắn có thể có hai dạng thù hình, và chúng chuyển từ dạng beta bền sang dạng alpha bột dễ vỡ khi gặp lạnh. Để dễ hình dung, hãy tưởng tượng nguyên tử như các quả cam được xếp trong thùng lớn. Đáy thùng được lót bằng một lớp các quả cam hình cầu chỉ chớm chạm vào nhau. Mỗi nguyên tử của lớp thứ hai, thứ ba và thứ tư được xếp lên đỉnh một nguyên tử ở lớp liền dưới. Đó là một dạng thù hình (hay cấu trúc tinh thể). Hoặc nguyên tử của lớp thứ hai nằm ở khe giữa hai nguyên tử của lớp thứ nhất, nguyên tử lớp ba nằm ở khe giữa hai nguyên tử của lớp hai và cứ thế... Điều đó tạo ra cấu trúc tinh thể thứ hai có mật độ và tính chất khác. Đây chỉ là hai trong số nhiều cách để sắp xếp các nguyên tử.

Điều mà nhóm Scott hiểu được (trong gian khó) là các nguyên tử của một nguyên tố chuyển đổi ngẫu nhiên từ dạng tinh thể yếu sang bền, và ngược lại. Thông thường, cần có các điều kiện khắc nghiệt để thúc đẩy quá trình tái cấu trúc (như nhiệt độ và áp suất rất cao trong lòng đất biến than chì thành kim cương). Thiếc "biến hình" ở ngay 13°C. Ngay cả một buổi tối se lạnh tháng mười cũng có thể khiến điều này xảy ra, và nhiệt độ càng lạnh thì tốc độ chuyển đổi càng nhanh. Va đập hoặc gây biến dạng ở bất kỳ hình thức nào (như vết móp trên những chiếc hộp bị ném vào đá) đều có thể châm ngòi cho hiện tượng này, cho dù thiếc vốn "miễn nhiễm" với va đập trong điều kiện bình thường. Tình trạng này không chỉ xuất hiện cục bộ trên bề mặt. Nó đôi khi được gọi là "bệnh dịch thiếc" vì sẽ ăn sâu vào bên trong. Năng lượng giải phóng từ quá trình chuyển đổi dạng thù hình beta-alpha thậm chí đủ để gây ra âm thanh nghe thấy được (gọi một cách hình tượng là "tiếng thét của thiếc", mặc dù nghe như tiếng nhiễu đài).

Sự chuyển đổi dạng thù hình beta-alpha của thiếc là một "vật tế thần" về mặt hóa học tiện lợi xuyên suốt lịch sử. Nhiều thành phố châu Âu với mùa đông khắc nghiệt (như St. Petersburg) có truyền thuyết về những ống thiếc đắt tiền trong cỗ đại phong cầm mới của nhà thờ tan thành tro ngay khi người chơi đàn dạo hợp âm đầu tiên. (Một số công dân ngoan đạo sẽ đổ lỗi điều này cho quỷ dữ.) Điều tương tự cũng tác động mạnh mẽ vào lịch sử thế giới khi Napoléon dại dột tấn công Nga vào mùa đông năm 1812: những cái khuy cài bằng thiếc trên áo khoác của lính Pháp được ghi lại là

đã (nhiều nhà sử học vẫn tranh cãi về điều này) vỡ tan và khiến lính Pháp bị lạnh do phanh áo ngoài trời khi gió lùa. Và cũng giống như hoàn cảnh khủng khiếp mà nhóm thám hiểm của Scott gặp phải, ta có thể hiểu khả năng chiến thắng trên đất Nga của quân Pháp lúc đó thấp tới mức nào. Sự chuyển đổi giữa hai dạng thù hình beta-alpha của nguyên tố thứ 50 khiến mọi thứ khó khăn hơn, nên đổ lỗi cho hóa học vô tư* cũng dễ hơn đưa ra những phán xét không tốt về những người hùng.

Chắc chắn là nhóm Scott đã tìm thấy những chiếc hộp rỗng (như trong nhật ký của ông ghi lại), nhưng sự rò rỉ qua mối hàn bằng thiếc vẫn gây tranh cãi. Bệnh dịch thiếc nghe rất hợp lý, nhưng hộp của các đội khác được phát hiện nhiều thập kỷ sau vẫn còn nguyên mối hàn. Quả thực Scott đã dùng thiếc tinh khiết làm mối hàn, dù nó sẽ phải cực kỳ tinh khiết để bệnh dịch thiếc xảy ra. Tuy nhiên, phá hoại là lý do hợp lý duy nhất, và chẳng có bằng chứng nào của việc chơi xấu cả. Dù sao thì nhóm thám hiểm đã thiệt mạng vì băng giá của Scott phần nào vẫn là nạn nhân của bảng tuần hoàn.

Những điều kỳ quặc xảy ra khi vật chất chuyển từ trạng thái này sang trạng thái khác ở nhiệt độ cực lạnh. Học sinh được tìm hiểu về ba trạng thái có thể chuyển đổi lẫn nhau của vật chất: rắn, lỏng và khí. Đến trung học phổ thông, giáo viên thường giới thiệu trạng thái thứ tư: plasma* – khi liên kết của các electron với hạt nhân bị mất, nguyên tử sẽ chuyển thành ion ở nhiệt độ cực cao tại tâm các ngôi sao. Ở đại học, sinh viên được tiếp xúc với chất siêu dẫn và heli siêu lỏng. Ở bậc sau đại học, các giáo sư đôi khi đánh đố sinh viên với các trạng thái như plasma quark-gluon[1] hoặc vật chất suy biến[2]. Ngoài ra, một vài người luôn hỏi tại sao thạch rau câu không được coi là một trạng thái đặc biệt. (Vì các chất keo như thạch rau câu là sự pha trộn của hai trạng thái.* Hỗn hợp nước và gelatin này có thể được coi là một chất rắn rất dẻo hoặc một chất lỏng rất đặc.)

[1]. Plasma quark-gluon (QGP) là một khái niệm trong ngành Sắc động học lượng tử (QCD), khi đó vật chất tồn tại ở nhiệt độ và mật độ cực kỳ lớn. (BTV)

[2]. Vật chất suy biến (Degenerate matter) là một trạng thái vô cùng đậm đặc fermion mà trong đó các hạt phải có mức năng lượng cao để thỏa mãn

Nguyên lý Loại trừ Pauli. (BTV)

Vấn đề là số lượng trạng thái vật chất – sự sắp xếp của các hạt vi mô – trong vũ trụ có thể vượt xa con số 3 mà ta thường gặp (rắn, lỏng, khí). Và những trạng thái mới này không phải là các thể hỗn hợp như thạch rau câu. Trong một số trường hợp, sự phân biệt giữa khối lượng và năng lượng bị phá vỡ. Albert Einstein đã phát hiện ra một trạng thái như vậy khi đang loay hoay với một số phương trình cơ học lượng tử vào năm 1924. Sau đó, ông đã tự bác bỏ các tính toán và khám phá lý thuyết của mình vì cho rằng nó quá kỳ dị để tồn tại. Kỳ thực trạng thái này vẫn là bất khả cho đến khi có người tạo ra được nó vào năm 1995.

Theo một nghĩa nào đó, chất rắn là trạng thái cơ bản nhất của vật chất. (Nói cho cẩn thận thì đại đa số nguyên tử đều trống rỗng; nhưng tốc độ cực lớn của electron khiến các giác quan "ngờ nghệch" của chúng ta liên tục lầm tưởng rằng nguyên tử là đặc.) Các nguyên tử trong chất rắn sắp xếp thành những kiểu mạng tinh thể ba chiều đều đặn; và chất rắn tẻ ngắt cũng có nhiều loại mạng tinh thể chứ không chỉ một. Các nhà khoa học hiện có thể tạo ra băng với 15 kiểu mạng tinh thể riêng biệt bằng buồng áp suất cao. Một số dạng băng chìm trong nước chứ không nổi, và số khác không tạo thành bông tuyết sáu mặt mà có dạng như lá cọ hoặc bông súp lơ. Dạng Băng 10 lạ lùng chỉ tan chảy ở 2.038°C. Ngay cả các chất phức tạp và không tinh khiết như sô cô la cũng tạo thành các dạng giống tinh thể có thể chuyển đổi lẫn nhau. Bạn đã từng mở một viên sô cô la Hershey's Kiss cũ ra và thấy nó trông chẳng ngon lành gì chưa? Chúng ta có thể gọi đó là "bệnh dịch sô cô la", nguyên nhân cũng là sự chuyển đổi giữa hai dạng thù hình đã gây ra tai họa cho Scott ở Nam Cực.

Các chất rắn tinh thể hình thành dễ dàng nhất ở nhiệt độ thấp; và tùy thuộc nhiệt độ thấp đến mức nào, các nguyên tố mà bạn nghĩ mình biết có thể đổi khác đến mức gần như không nhận ra nổi. Khi đã bị ép thành thể rắn thì ngay cả các loại khí trơ (vốn thích cô độc) cũng sẽ cho rằng kết hợp với các nguyên tố khác cũng là điều hay. Nhà hóa học Neil Bartlett đã phá bỏ định kiến kéo dài nhiều thập kỷ khi tạo ra hợp chất khí trơ đầu tiên: một tinh thể rắn màu cam chứa xenon vào năm 1962.* Điều đặc biệt là quá trình này diễn ra ngay ở nhiệt độ phòng chỉ với bạch kim hexaflorua (PtF_6) – một

chất oxy hóa cực mạnh. Thêm nữa, xenon (khí trơ bền có nguyên tử lớn nhất) phản ứng dễ hơn các anh em khác trong nhóm rất nhiều vì các electron của nó chỉ liên kết lỏng lẻo với hạt nhân. Để các loại khí trơ có nguyên tử nhỏ hơn phản ứng, các nhà hóa học phải giảm mạnh nhiệt độ. Krypton sẽ chống cự cho đến khoảng -151°C; tại nhiệt độ đó, nguyên tử flo hoạt động hóa học cực mạnh có thể bám vào nó.

Tuy nhiên, khiến krypton phản ứng chỉ là trò trẻ con nếu so với cuộc vật lộn để ghép một nguyên tố khác vào agon. Sau tinh thể xenon của Bartlett vào năm 1962 và hợp chất krypton rắn đầu tiên vào năm 1963, các nhà khoa học Phần Lan đã phải vật lộn thêm 37 năm nữa thì mới tìm được đúng quy trình cho agon vào năm 2000. Đây là một thí nghiệm tinh xảo chẳng kém gì các tác phẩm của nghệ nhân Fabergé với sự tham gia của agon rắn, khí hydro, khí flo, chất xúc tác hoạt tính cao CsI và các chùm tia cực tím được định thời gian chính xác để làm nên kiệt tác này ở -265°C. Hợp chất agon này sẽ bị phá hủy nếu nhiệt độ cao hơn mức ấy.

Nhưng ở dưới ngưỡng đó thì agon flohydrua (HArF) là một tinh thể bền. Các nhà khoa học Phần Lan công bố kỳ tích này trong một bài báo với tiêu đề cực dễ hiểu: “Hợp chất Agon bền”. Chỉ tuyên bố rất đơn giản là đã đủ khoa trương. Các nhà khoa học tự tin rằng ngay cả ở những vùng lạnh nhất vũ trụ, heli và neon xíu xiu cũng chưa bao giờ liên kết với các nguyên tố khác, nên hiện nay agon chính là nguyên tố khó tạo thành hợp chất nhân tạo nhất.

Tạo ra được một hợp chất agon quả là kỳ tích vì tính trơ hóa học của agon rất lớn. Tuy nhiên, các nhà khoa học không coi các hợp chất khí trơ, hoặc chuyển đổi dạng thù hình alpha-beta ở thiếc thực sự là các trạng thái khác nhau của vật chất. Các trạng thái khác nhau đòi hỏi năng lượng khác nhau đáng kể, cách thức tương tác của các nguyên tử cũng khác. Đó là lý do tại sao ta chỉ phân ra ba trạng thái vật chất riêng biệt: chất rắn với các phần tử (hầu hết) cố định; chất lỏng với các phần tử chảy trượt lên nhau; và chất khí với các phần tử tự do.

Chất rắn, chất lỏng và chất khí vẫn có rất nhiều điểm chung. Đầu tiên, các phần tử của chúng được xác định rõ và rời rạc. Nhưng đặc điểm đó gây ra

tình trạng hỗn loạn khi nhiệt độ của vật đủ nóng để đạt đến trạng thái plasma và các nguyên tử trở thành ion; hoặc khi hạ nhiệt độ xuống đủ thấp và các trạng thái vật chất tập thể xuất hiện – khi các phần tử bắt đầu chồng chéo và kết hợp theo những cách kỳ lạ.

Hãy cùng xem xét chất siêu dẫn. Điện là dòng electron di chuyển dễ dàng trong một mạch. Bên trong một dây đồng, các electron di chuyển giữa và xung quanh các nguyên tử đồng, và điện năng sẽ bị hao phí thành nhiệt khi electron va vào nguyên tử đồng. Nhưng trong chất siêu dẫn, hẳn đã có gì đó ngăn điều này vì các electron chạy bon bon trong chất siêu dẫn mà dòng điện không hề hao phí. Trên thực tế, dòng điện có thể chạy mãi mãi (chỉ cần chất siêu dẫn còn được làm lạnh). Tính chất này được phát hiện lần đầu tiên trong thủy ngân ở -268°C vào năm 1911. Trong nhiều thập kỷ, hầu hết các nhà khoa học cho rằng các electron trong chất siêu dẫn có nhiều không gian vận động hơn. Theo nghĩa hẹp thì đó là lời giải thích đúng. Nhưng vào năm 1957, ba nhà khoa học đã tìm ra rằng: thực sự chính các electron đã biến hình ở nhiệt độ thấp.

Khi phóng qua các nguyên tử trong chất siêu dẫn, các electron đang hút nhẹ các hạt nhân nguyên tử. Hạt nhân mang điện dương trôi nhẹ về phía electron, khiến mật độ điện tích dương cao hơn. Mật độ điện tích dương cao hơn này lại thu hút electron khác, và nó sẽ tạo cặp với electron đầu tiên theo một nghĩa nào đó. Đây không phải một loại liên kết mạnh giữa các electron, mà giống liên kết yếu giữa agon và flo hơn. Đó là lý do tại sao liên kết này chỉ xuất hiện ở nhiệt độ thấp: khi nguyên tử không dao động quá nhiều và khiến các electron cách xa nhau. Ở nhiệt độ đó, bạn không thể nghĩ rằng các electron cách xa nhau nữa: chúng “dính” nhau và “làm việc” theo nhóm. Trong mạch, nếu một electron va vào một nguyên tử, các electron đồng đội sẽ kéo nó đi trước khi nó chậm lại. Điều này khá giống một chiến thuật bóng bầu dục thường được dùng để lách luật hồi trước, khi những cầu thủ không đội mũ bảo hộ khoác tay nhau tràn qua phần sân đối phương – như một đội hình electron theo hình tam giác, trạng thái vi mô này chuyển thành siêu dẫn khi hàng tỷ tỷ cặp hoạt động tương tự.

Thật trùng hợp, lời giải thích này được gọi là lý thuyết siêu dẫn BCS, ghép từ họ của những người phát triển nó: John Bardeen, Leon Cooper (các cặp

electron được gọi là cặp Cooper) và Robert Schrieffer.* Đây chính là John Bardeen đã đồng phát minh transistor gecmani, giành được giải Nobel và đánh rơi món trứng bác khi ông nghe được tin này. Bardeen tập trung nghiên cứu về chất siêu dẫn sau khi rời Phòng thí nghiệm Bell đến Illinois vào năm 1951 và bộ ba BCS đã đưa ra lý thuyết đầy đủ sau sáu năm. Lý thuyết này rất hiệu quả và chính xác nên đã giúp ba người ẵm giải Nobel Vật lý 1972. Bardeen "kỷ niệm" dịp này với việc bỏ lỡ một cuộc họp báo tại trường đại học vì ông không thể mở cánh cửa gara điện mới (chạy bằng transistor) của mình. Nhưng khi đến Stockholm lần thứ hai, ông đã dẫn theo hai con trai tới diện kiến nhà vua Thụy Điển, lời hứa từ lần nhận giải trước vào những năm 1950.

Nếu nguyên tố được làm lạnh xuống dưới cả nhiệt độ siêu dẫn, các nguyên tử sẽ chồng lên nhau và nuốt chửng lẫn nhau, một trạng thái gọi là "tính kết hợp" (*coherence*). Tính kết hợp rất quan trọng để hiểu về trạng thái vật chất bất khả thi mà Einstein phát hiện ra ở phần trước. Để hiểu được tính kết hợp, ta cần rẽ ngang và đi đường vòng một chút để tìm hiểu về bản chất của ánh sáng, cùng với những nguyên tố liên quan và một phát minh cũng từng được cho là bất khả thi khác: laser.

Hiếm có thứ gì khiến con mắt thẩm mỹ lạ lùng của các nhà vật lý sáng rực lên như bản chất lưỡng tính mơ hồ của ánh sáng. Chúng ta thường coi ánh sáng là sóng. Trên thực tế, Einstein đưa ra được Thuyết Tương đối Hẹp phần nào là nhờ nghĩ về việc không gian sẽ ra sao, thời gian sẽ trôi (hoặc không trôi) như thế nào nếu ông cưỡi trên những sóng đó. (Đừng hỏi tôi ông tưởng tượng ra những điều này như thế nào.) Đồng thời, Einstein đã chứng minh rằng ánh sáng đôi khi cũng hoạt động dưới dạng hạt là photon. Kết hợp các quan điểm sóng và hạt (lưỡng tính sóng-hạt), ông suy luận chính xác rằng ánh sáng không chỉ nhanh nhất vũ trụ, mà nó thực sự là thứ nhanh nhất có thể với tốc độ 300.000 km/s trong chân không. Ánh sáng xuất hiện dưới dạng sóng hay photon phụ thuộc cách đo, vì ánh sáng không hoàn toàn là sóng hay hạt.

Dù đạt được tốc độ cực hạn trong chân không nhưng ánh sáng bị chậm lại khi tương tác với một số nguyên tố. Natri có thể làm chậm ánh sáng xuống chỉ còn khoảng 16,98 m/s, chậm hơn âm thanh cỡ 20 lần. Praseodymi thậm

chí có thể "bắt" được ánh sáng như bắt một quả bóng chày, giữ nó trong vài giây rồi "ném" sang một hướng khác.

Laser kiểm soát ánh sáng theo những cách tinh tế hơn. Electron cũng giống như thang máy vậy: chúng chỉ di chuyển giữa các "tầng" nguyên (như từ 2 lên 4), mà không bao giờ đi từ 1 lên 3,5 hay từ 5 xuống 1,8. Khi các electron bị kích thích trở lại trạng thái ban đầu, chúng sẽ phát xạ năng lượng dư thừa dưới dạng ánh sáng; và do chuyển động của electron bị hạn chế, màu của ánh sáng tạo ra cũng vậy. Nó là ánh sáng đơn sắc (ít nhất là theo lý thuyết). Trong thực tế, các electron trong các nguyên tử khác nhau đồng thời chuyển từ mức như 3 xuống 1 và 4 xuống 2... và mỗi khoảng chuyển khác nhau lại tạo ra một màu khác. Thêm vào đó, mỗi loại nguyên tử có một thời điểm phát xạ ánh sáng riêng. Trước mắt chúng ta, ánh sáng này trông đồng nhất, nhưng ở cấp độ photon thì chúng lại bất đồng và lộn xộn.

Laser giải quyết sự khác biệt về thời điểm phát xạ bằng cách giới hạn các "tầng thang máy" dừng của electron trong nguyên tử (người anh em maser của laser cũng hoạt động theo cùng một cách nhưng tạo ra ánh sáng không nhìn thấy). Các tia laser mạnh nhất, ấn tượng nhất hiện nay sử dụng các tinh thể ytri có gắn neodymi. Trong một khoảnh khắc vô cùng ngắn, chúng có thể tạo ra các chùm tia có năng lượng lớn hơn toàn bộ sản lượng năng lượng của nước Mỹ. Bên trong tia laser, một ống đèn nháy cuộn quanh tinh thể neodymi-ytri lóe lên cực nhanh với cường độ cực mạnh. Ánh sáng này kích thích các electron trong neodymi và khiến chúng nhảy lên mức cao hơn bình thường rất nhiều. Nói tiếp chuyện thang máy trước đó thì điều này giống như electron có thể vọt thẳng từ tầng 1 lên tầng 10 vậy. Vì "chóng mặt" nên chúng lập tức quay xuống tầng 2 (chẳng hạn) cho an toàn. Quá trình đột ngột này khiến các electron bị "sang chấn" mạnh đến mức không thể giải phóng năng lượng dư thừa dưới dạng ánh sáng được nữa; chúng dao động và giải phóng nó dưới dạng nhiệt. Ngoài ra, vì đã an toàn ở tầng 2 nên electron ra khỏi thang máy để đi dạo và chẳng còn vội vã đi xuống tầng 1 nữa.

Trên thực tế, trước khi chúng có thể quay xuống, ánh đèn nháy lại xuất hiện. Điều này sẽ đẩy thêm nhiều electron của neodymi bay lên tầng 10 và

rơi xuống. Điều này xảy ra liên tục và tầng 2 trở nên đông đúc. Khi electron ở tầng 2 nhiều hơn 1, tia laser đã đạt được trạng thái “đảo ngược mật độ”. Lúc này, bất kỳ electron la cà nào muốn nhảy xuống tầng 1 đều sẽ làm phiền những người hàng xóm đang chịu cảnh chật chội. Các electron đang ở tầng 2 sẽ đá electron muốn xuống tầng 1 theo lối ban công. Các electron khác muốn xuống tầng 1 sau đó cũng đi theo cùng một cách. Và hãy để ý vẻ đẹp của lần chuyển mức này: tất cả electron của neodymi đều rơi từ mức 2 xuống mức 1 cùng lúc nên ánh sáng tạo ra có cùng một màu. Tính kết hợp này là mấu chốt làm nên laser. Phần còn lại của thiết bị làm sạch các tia sáng và thu gom chùm tia bằng cách dội chúng qua lại giữa hai gương. Tại thời điểm đó, ánh sáng do tinh thể neodymi-ytri tạo ra đã kết hợp và cùng hướng đến mức có thể tạo ra phản ứng hợp hạch bằng nhiệt độ cực cao. Chúng còn có thể “khắc” giác mạc mà không đốt cháy phần mắt còn lại.

Theo mô tả trên, laser dường như là một thách thức về kỹ thuật hơn các tuyệt tác khoa học. Tuy nhiên, laser (và maser trước nó) đã vấp phải định kiến khoa học mạnh mẽ khi chúng được phát triển vào những năm 1950. Charles Townes hồi tưởng rằng kể cả sau khi hoàn thiện chiếc máy phát maser vận hành được đầu tiên, một số nhà khoa học tiền bối vẫn nhìn ông đầy ngao ngán và nói: “Xin lỗi Charles, chứ cái này bất khả thi”. Và đây không phải là những tay mơ chỉ biết nói “không” đầu óc hẹp hòi, thiếu trí tưởng tượng để chứng kiến Phát minh Vĩ đại Tiếp theo. Họ là John von Neumann (người đã giúp thiết kế kiến trúc cơ bản của máy tính hiện đại và bom hạt nhân) và Niels Bohr (người đã bỏ nhiều tâm sức cho cơ học lượng tử hơn bất cứ ai).

Bohr và von Neumann đã phản bác vì một lý do đơn giản: họ quên mất lưỡng tính sóng-hạt của ánh sáng. Cụ thể hơn, Nguyên lý Bất định lừng danh của cơ học lượng tử đã khiến họ lạc lối. Nguyên lý Bất định của Werner Heisenberg rất dễ hiểu sai, nhưng một khi hiểu được thì đó là một công cụ mạnh mẽ để tạo ra các dạng vật chất mới. Đoạn sau sẽ giải thích cho bí ẩn nho nhỏ này.

Nếu lưỡng tính sóng-hạt của ánh sáng khiến ánh mắt của các nhà vật lý sáng rực lên, thì những người áp dụng bừa bãi Nguyên lý Bất định vào các

trường hợp không thể áp dụng luôn khiến gương mặt họ méo xệch đi. Khác với những gì mà có thể bạn đã biết, nguyên lý này (hầu như*) chẳng liên quan gì đến chuyện "quan sát gây ảnh hưởng đến hệ quả" cả. Toàn bộ Nguyên lý Bất định như sau:

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

Chỉ có vậy.

Nếu diễn giải ngôn ngữ cơ học lượng tử thành lời (một việc khó khăn) thì hệ thức trên nói rằng: sự bất định về vị trí của vật (Δx) nhân với sự bất định về động lượng (Δp) luôn lớn hơn hoặc bằng "h/4π." (h là Hằng số Planck có trị số vô cùng, vô cùng nhỏ: $6{,}625 \times 10^{-34}$. Nó cho thấy Nguyên lý Bất định chỉ có ý nghĩa khi áp dụng cho những vật cực nhỏ: như electron hay photon.) Nói cách khác, nếu bạn biết càng rõ vị trí của hạt thì càng biết ít về động lượng của nó và ngược lại.

Những sự bất định này không xuất phát từ dụng cụ đo (như bạn có một chiếc thước "rởm"), mà nó thuộc bản chất tự nhiên. Hãy nhớ về lưỡng tính sóng-hạt của ánh sáng. Khi phủ nhận tia laser, Bohr và von Neumann đã vô thức mặc định rằng ánh sáng là photon (hạt). Theo quan điểm của họ, chùm tia laser quá chính xác và tập trung, đến mức sự bất định về tọa độ của các photon bằng không. Điều đó nghĩa là sự bất định về động lượng phải cực lớn: các photon có thể bay ra với năng lượng hoặc hướng bất kỳ – mâu thuẫn với ý tưởng về chùm tia cùng hướng.

Họ quên rằng ánh sáng cũng là sóng và các quy tắc của sóng thì khác. Đầu tiên, làm thế nào bạn biết sóng ở đâu? Bản chất của nó là lan truyền – vốn là một nguồn bất định. Và không giống như hạt, sóng có thể triệt tiêu hoặc kết hợp với các sóng khác. Hai hòn đá ném xuống ao sẽ dậy nên những gợn sóng lớn ở giữa chúng. Điều này là do chúng nhận năng lượng từ những đợt sóng nhỏ từ hai bên.

Trong trường hợp của laser, không chỉ có hai mà là hàng ngàn tỷ tỷ "hòn đá" (electron) tạo nên các sóng ánh sáng, tất cả giao thoa với nhau. Điểm

mấu chốt là Nguyên lý Bất định chỉ áp dụng cho các hạt riêng lẻ mà không áp dụng cho tập hợp hạt. Trong một chùm sáng (tập hợp các hạt) thì khó mà biết chính xác từng photon ở đâu; nếu độ bất định về tọa độ của mỗi photon lớn như vậy (nghĩa là độ bất định về động lượng sẽ rất nhỏ), ta hoàn toàn có thể gom năng lượng và hướng một cách vô cùng chính xác để tạo thành tia laser. Lỗ hổng này rất khó khai thác, nhưng sẽ đem lại hiệu quả vô cùng mạnh mẽ khi bạn nắm được nó. Đây chính là lý do Townes được tạp chí *Time* vinh danh trong danh sách "Nhân vật của năm" (cùng với Pauling và Segrè) vào năm 1960, và giành được giải Nobel năm 1964 với công trình về maser.

Trên thực tế, các nhà khoa học sớm nhận ra có nhiều thứ ứng với ngoại lệ này ngoài photon. Giống như các chùm sáng với lưỡng tính sóng-hạt, bạn càng tìm hiểu sâu về các electron, proton (cũng như các hạt được cho là xác định khác), chúng càng trở nên bất định. Ở mức lượng tử sâu nhất, khó hiểu nhất, vật chất là bất định và có tính chất giống sóng. Và vì Nguyên lý Bất định là một công thức toán học nêu lên giới hạn của việc xác định các sóng, nên nó cũng áp dụng cho cả các hạt lượng tử nữa.

Điều này chỉ đúng ở cấp độ vi mô, cấp độ sánh được với giá trị vô cùng nhỏ của hằng số Planck. Các nhà vật lý sẽ bối rối khi mọi người bắt đầu ngoại suy lên quy mô con người và cho rằng Nguyên lý Bất định thật sự "chứng minh" việc ta không thể quan sát một vật bất kỳ mà không thay đổi nó (những người dám tìm tòi chọc ngoáy thậm chí sẽ cho rằng tính khách quan chỉ là trò bịp và chính các nhà khoa học cũng đang lừa gạt bản thân rằng mình là người "hữu tri"). Trên thực tế, trường hợp duy nhất mà sự bất định ở kích thước nano ảnh hưởng đến mọi thứ ở cấp độ vĩ mô là trạng thái ngưng tụ Bose-Einstein (BEC) kỳ lạ đã đề cập ở đầu chương này.

Câu chuyện này bắt đầu vào đầu những năm 1920, khi nhà vật lý Ấn Độ mập mạp Satyendra Nath Bose mắc lỗi khi giải một số phương trình cơ học lượng tử. Đó là một lỗi do cẩu thả, nhưng nó đã khiến Bose chú ý. Không biết mình mắc lỗi, ông vẫn giải hết phương trình; và những câu trả lời "sai" thu được do lỗi ban đầu lại rất phù hợp với các thí nghiệm về tính chất của photon – tốt hơn lý thuyết "đúng" nhiều.*

Và như các nhà vật lý trong suốt lịch sử, Bose quyết định cho rằng lỗi sai đó là chân lý, thừa nhận rằng mình không hiểu và viết thành nghiên cứu. Lỗi tưởng như sai đó, cộng với việc không ai biết ông (vì Bose là người Ấn Độ) đã khiến mọi tạp chí khoa học uy tín ở châu Âu từ chối bài báo. Không nản lòng, Bose đã trực tiếp gửi bài báo đến cho Albert Einstein. Nhà vật lý vĩ đại đã nghiên cứu rất kỹ, xác định rằng câu trả lời của Bose rất thông minh: nó nói rằng các hạt nhất định như photon có thể sụp đổ chồng lên nhau cho đến khi không còn phân biệt được nữa. Einstein tinh gọn bài báo hơn một chút, dịch nó sang tiếng Đức và mở rộng công trình của thành một bài báo riêng khác, áp dụng cho cả các nguyên tử (chứ không chỉ photon). Nhờ vào danh tiếng lẫy lừng, Einstein đã cho xuất bản cả hai bài báo cùng nhau.

Einstein đưa thêm vài dòng để chỉ ra rằng: nếu các nguyên tử đủ lạnh (lạnh hơn chất siêu dẫn rất, rất, rất nhiều) thì chúng sẽ ngưng tụ thành một trạng thái vật chất mới. Tuy nhiên, tạo ra nhiệt độ lạnh đến mức như vậy vượt xa khả năng của công nghệ thời đó; ngay cả người nhìn xa như Einstein cũng cho là không thể. Ông coi trạng thái ngưng tụ của mình là một sự kỳ lạ phù phiếm. Thật đáng ngạc nhiên, một thập kỷ sau, các nhà khoa học đã thoáng thấy trạng thái ngưng tụ Bose-Einstein trong một loại heli siêu lỏng, khi các nguyên tử liên kết với nhau thành những cụm nhỏ. Các cặp electron Cooper trong chất siêu dẫn có đặc tính như trạng thái ngưng tụ Bose-Einstein theo một cách nào đó. Nhưng sự liên kết trong các chất siêu lỏng và siêu dẫn rất hạn chế, hoàn toàn không giống trạng thái Einstein đã hình dung ra: một màn sương khuếch tán và lạnh lẽo. Dù gì đi nữa, những nhà khoa học nghiên cứu về heli và BCS cũng không theo đuổi phỏng đoán của Einstein; và mãi cho đến năm 1995, khi hai nhà khoa học tài ba tại Đại học Colorado tiến hành thí nghiệm trên các nguyên tử rubidi trong thể khí thì trạng thái ngưng tụ Bose-Einstein mới có bước tiến.

Thật thú vị, một thành tựu kỹ thuật giúp trạng thái ngưng tụ Bose-Einstein trở nên khả thi là laser – vốn cũng dựa trên những ý tưởng ban đầu của Bose về photon. Điều này nghe có vẻ ngược đời, vì laser thường làm nóng mọi thứ. Nhưng laser cũng có thể làm lạnh các nguyên tử nếu sử dụng đúng cách. Ở cấp độ nano căn bản, nhiệt độ chỉ là tốc độ dao động trung bình của các hạt. Các hạt nóng thì như những nắm đấm tí hon giận dữ húc vào

nhau, còn các hạt lạnh được kéo theo. Vì vậy, chìa khóa để làm lạnh một vật là giảm tốc độ chuyển động của các hạt tạo nên nó. Trong quá trình làm lạnh bằng laser, các nhà khoa học đã sử dụng một số chùm tia và tạo ra bẫy "quang học". Khi các nguyên tử rubidi trong thể khí đi qua "bẫy keo dính" này, các tia laser sẽ "bắt" chúng bằng những photon năng lượng thấp. Vì các nguyên tử rubidi có kích thước lớn hơn và năng lượng cũng mạnh hơn, nên điều này giống như dùng súng máy bắn vào một tiểu hành tinh vậy. Bỏ qua sự chênh lệch kích thước, chỉ cần súng có đủ đạn thì tiểu hành tinh cuối cùng cũng sẽ dừng lại; và đó chính xác là những gì đã xảy ra với các nguyên tử rubidi. Sau khi hấp thụ photon từ mọi phía, chúng càng lúc càng chậm lại và nhiệt độ giảm xuống còn 10^{-4} Kelvin.

Tuy nhiên, nhiệt độ cực thấp đó vẫn "quá nóng" cho trạng thái ngưng tụ Bose-Einstein (giờ bạn đã hiểu tại sao Einstein lại bi quan như vậy). Vì vậy, bộ đôi Eric Cornell và Carl Wieman của Đại học Colorado đã kết hợp thêm một giai đoạn làm lạnh thứ hai. Họ dùng một nam châm liên tục hút các nguyên tử "nóng nhất" còn lại trong khí rubidi. Điều này cũng giống như một pha thổi muỗng xúp công phu: làm nguội bằng cách đẩy các nguyên tử nóng hơn đi. Khi các nguyên tử năng lượng cao biến mất, nhiệt độ tổng sẽ tiếp tục giảm xuống. Thực hiện điều này một cách chậm rãi và chỉ lấy đi vài nguyên tử nóng nhất mỗi lần, các nhà khoa học đã giảm nhiệt độ xuống chỉ còn 10^{-9} Kelvin. Ở nhiệt độ này, mẫu gồm 2.000 nguyên tử rubidi cuối cùng đã co lại thành trạng thái ngưng tụ Bose-Einstein lạnh nhất, nhớt nhất và mỏng manh nhất từng xuất hiện trong vũ trụ.

Nhưng nếu nói "hai ngàn nguyên tử rubidi" thì đã làm mất sự đặc biệt của trạng thái ngưng tụ Bose-Einstein. Hai ngàn nguyên tử rubidi riêng lẻ đã trở thành một nguyên tử rubidi khổng lồ. Đó là một điểm kỳ dị và lời giải thích lại quay về với Nguyên lý Bất định. Một lần nữa, nhiệt độ chỉ là tốc độ dao động trung bình của các nguyên tử. Khi nhiệt độ chỉ còn 10-9 Kelvin, tốc độ dao động của các nguyên tử không còn là mấy; nghĩa là độ bất định về tốc độ thấp đến mức vô lý, gần như bằng không. Và do bản chất sóng của các nguyên tử ở cấp độ đó, độ bất định về tọa độ của chúng phải rất lớn.

Lớn đến mức khi hai nhà khoa học không ngừng làm lạnh các nguyên tử rubidi và ép chúng lại với nhau, các nguyên tử bắt đầu phình ra, chồng

chéo rồi hòa vào nhau. Điều này tạo ra một "nguyên tử" đủ lớn để nhìn được bằng kính hiển vi (Điều này chỉ đúng trên lý thuyết, vì nguyên tử lớn ấy quá kém bền). Đó là lý do tại sao chúng ta nói rằng trong trường hợp này (mà không phải bất kỳ trường hợp nào khác), Nguyên lý Bất định có thể áp dụng ở cấp độ lớn hơn và ảnh hưởng đến một vật có quy mô (suýt thì) bằng con người. Cần chưa tới 100.000 đô la Mỹ tiền thiết bị để tạo ra trạng thái vật chất mới này, và trạng thái ngưng tụ Bose-Einstein chỉ tồn tại trong mười giây trước khi biến mất. Nhưng vậy là đã đủ lâu để mang về giải Nobel cho Cornell và Wieman vào năm 2001.*

Cùng với sự cải thiện của công nghệ, các nhà khoa học ngày càng làm tốt hơn trong việc khiến vật chất tạo nên trạng thái ngưng tụ Bose- Einstein. Tuy vẫn chưa có nhu cầu, nhưng có lẽ các nhà khoa học sẽ sớm chế tạo ra "tia laser vật chất", bắn ra các chùm nguyên tử siêu định hướng mạnh hơn laser ánh sáng hàng ngàn lần; hoặc băng "siêu rắn" có thể "chảy" qua nhau mà không mất đi sự rắn. Những điều viễn tưởng trong tương lai như vậy có thể tuyệt vời chẳng kém laser ánh sáng và chất siêu lỏng trong thời đại khá đáng nể của chúng ta hiện nay vậy.

Chương 17
Các quả cầu tráng lệ: Ngành bong bóng học

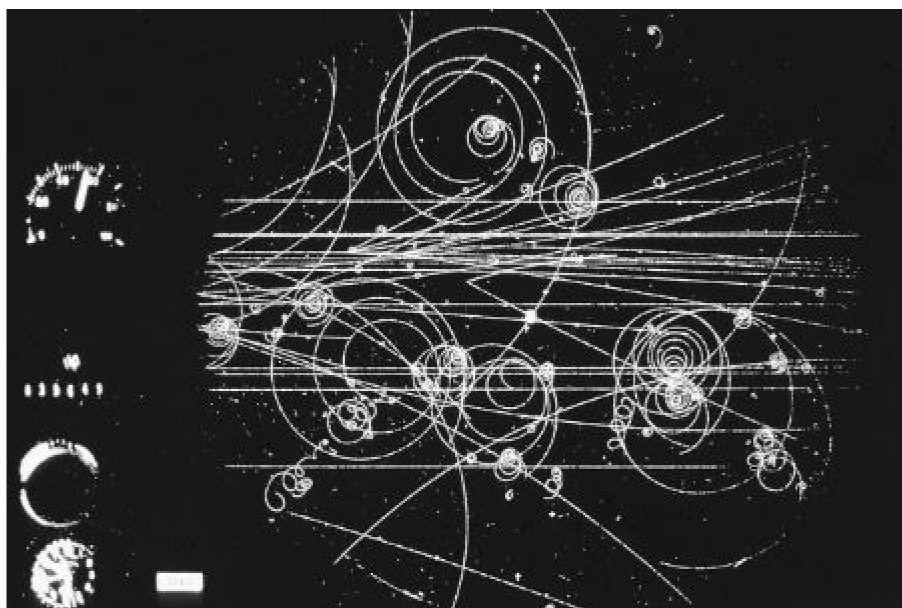
Không phải mọi đột phá về bảng tuần hoàn đều phải đi sâu vào các trạng thái kỳ lạ và phức tạp của vật chất như ngưng tụ Bose-Einstein. Các chất rắn, lỏng, khí thường nhật đôi khi vẫn mở ra những bí mật, nếu vận may và cảm hứng khoa học bén duyên. Có giai thoại rằng một trong những thiết bị khoa học quan trọng nhất lịch sử đã thực sự được phát minh nhờ *một ly bia,* chứ không nhờ một chầu nhậu bia.

Donald Glaser là một giảng viên 25 tuổi khiêm nhường và nhiều khát vọng, vẫn hay lui tới các quán bar gần Đại học Michigan. Một đêm, Glaser nhìn chằm chằm vào đám bọt trong cốc bia tươi của mình và vô thức nghĩ về vật lý hạt. Lúc đó là năm 1952; các nhà khoa học đang sử dụng kiến thức từ Dự án Manhattan và khoa học hạt nhân để tạo ra các loại hạt kỳ lạ và kém bền như kaon, muon và pion – những anh em bí hiểm của đám proton, neutron và electron vốn đã quen thuộc. Giới vật lý hạt ngờ (thậm chí hy vọng) rằng những hạt đó sẽ lật đổ vị thế bản đồ cơ bản về vật chất của bảng tuần hoàn, vì chúng đào sâu hơn vào cấp độ hạ nguyên tử.

Nhưng để tiến xa hơn, họ cần một cách tốt hơn để "nhìn thấy" những hạt vô cùng nhỏ đó và theo dõi hoạt động của chúng. Nghiền ngẫm bên trên cốc bia, Glaser – với mái tóc bồng bềnh, đeo kính và trán cao – cho rằng bong bóng chính là câu trả lời. Trong chất lỏng, bọt thường hình thành quanh các vùng khuyết hoặc không đồng nhất như các vết xước siêu nhỏ trong ly sâm panh và cacbon dioxit hòa tan trong bia. Là một nhà vật lý, Glaser biết rằng bong bóng đặc biệt dễ hình thành khi chất lỏng nóng lên và đạt gần điểm sôi (hãy nghĩ về ấm nước sắp sôi trên bếp). Kỳ thực, nếu bạn giữ một chất lỏng ngay dưới điểm sôi, nó sẽ tạo bong bóng nếu có bất cứ thứ gì khuấy động.

Đây là một khởi đầu tốt nhưng vẫn chỉ là vật lý cơ bản. Điều khiến Glaser nổi bật là những bước tư duy tiếp theo. Những hạt hiếm như kaon, muon và pion chỉ xuất hiện khi hạt nhân nguyên tử bị vỡ vụn. Vào năm 1952, có thiết bị gọi là buồng mây với một "súng" bắn các nguyên tử cực nhanh vào khí lạnh có trong buồng. Muon, kaon và nhiều hạt khác xuất hiện trong buồng sau những lần bắn phá trực tiếp, và khí ngưng tụ thành giọt lỏng dọc theo vị trí của các hạt. Glaser nghĩ: "Nhưng thay chất khí bằng chất lỏng thì có lý hơn". Mật độ phần tử trong chất lỏng đậm đặc hơn chất khí hàng ngàn lần, nên việc nhắm "súng" nguyên tử vào hydro lỏng (giả sử) sẽ gây ra nhiều va chạm hơn. Thêm vào đó, nếu hydro lỏng được giữ ngay dưới điểm sôi thì chỉ một va chạm nhỏ từ các hạt bí ẩn kia cũng làm hydro sủi lên (như bọt trong cốc bia vậy). Glaser cũng cho rằng mình có thể chụp ảnh những vệt bong bóng, sau đó so sánh sự khác biệt trong vệt bọt của các hạt có kích thước và điện tích khác nhau để lại. Khi Glaser nhận ra toàn bộ vấn đề cũng là lúc chàng trai trẻ tợp hớp bia cuối cùng.

Giai thoại này cho thấy sự tình cờ mà các nhà khoa học vốn vẫn tin. Nhưng giống như hầu hết các giai thoại, nó không hoàn toàn chính xác. Glaser đã phát minh ra buồng bong bóng nhờ thử nghiệm cẩn thận trong phòng thí nghiệm, chứ không phải nhờ nguệch ngoạc lên tờ giấy ăn của quán bar. Thật thú vị, sự thật còn lạ hơn cả giai thoại. Glaser đã thiết kế để buồng bong bóng vận hành như đã giải thích ở trên, chỉ khác một điểm.



Tùy vào kích thước và điện tích, mỗi loại hạt hạ nguyên tử tạo ra các vệt xoáy và xoắn ốc riêng khi hình thành trong buồng bong bóng. Các đường trong hình thực chất là các vệt bong bóng cách đều nhau trong một bể chứa hydro lỏng cực lạnh. (Nguồn: CERN)

Chỉ có Chúa mới biết vì lý do gì – có lẽ là những hấp dẫn còn sót lại từ thời đại học – mà chàng trai trẻ Glaser quyết định rằng bia (chứ không phải hydro) là chất lỏng tốt nhất cho "súng nguyên tử" ngắm bắn. Ông thực sự nghĩ rằng bia sẽ dẫn đến một bước đột phá làm nên thời đại trong lĩnh vực hạ nguyên tử. Bạn hẳn có thể tưởng tượng ra cảnh ông lén mang bia Budweiser tới phòng thí nghiệm vào ban đêm và chia đôi xách bia: một nửa "dốc bầu", một nửa cúng thần khoa học khi rót vào những cốc thí nghiệm nhỏ xíu loại bia "tuyệt nhất nước Mỹ", đun tới gần điểm sôi và bắn hạt vào chúng để tạo ra những hạt kỳ lạ nhất trong nền vật lý đương thời.

Thật không may cho khoa học, sau này Glaser tiết lộ rằng các thí nghiệm với bia đã thất bại. Các đồng nghiệp trong phòng thí nghiệm cũng không thích mùi bia bay hơi cho lắm. Không nản lòng, Glaser đã tinh chỉnh các thí nghiệm; và đồng nghiệp của ông là Luis Alvarez – người nổi tiếng với giả thuyết thiên thạch gây ra vụ tuyệt chủng của khủng long – cuối cùng đã xác định hydro mới là chất lỏng thích hợp nhất. Hydro lỏng sôi ở -259°C, nên ngay cả lượng nhiệt nhỏ cũng sẽ tạo ra bọt. Là nguyên tố đơn giản nhất, hydro cũng tránh được sự lộn xộn mà các nguyên tố khác (hoặc bia) có thể gây ra khi các hạt va chạm. Buồng bong bóng được chỉnh sửa lại của Glaser cung cấp nhiều thông tin chi tiết nhanh chóng đến mức nó cũng đưa ông vào danh sách 15 "Nhân vật của năm" trên tạp chí Time cùng Linus Pauling, William Shockley và Emilio Segrè vào năm 1960. Ông cũng giành giải Nobel khi mới ở tuổi 33 trẻ trung đáng ghen ty. Bấy giờ Glaser đã chuyển đến Berkeley nên ông đã mượn Edwin McMillan và Segrè áo vest trắng để đi dự lễ nhận giải.

Các bong bóng thường không được tính là công cụ khoa học thiết yếu. Mặc dù (hay chính vì) dễ sản xuất và quá phổ biến trong tự nhiên, chúng bị coi như một món đồ chơi suốt nhiều thế kỷ. Nhưng khi vật lý nổi lên thống trị giới khoa học vào thế kỷ 20, các nhà vật lý đột nhiên thấy nó rất có ích trong việc thăm dò các cấu trúc cơ bản nhất của vũ trụ. Hiện nay

sinh học đã lên ngôi, các chuyên gia trong ngành này tiếp tục sử dụng bong bóng để nghiên cứu sự phát triển của tế bào – những cấu trúc phức tạp nhất vũ trụ. Bong bóng đã chứng tỏ rằng nó là phòng thí nghiệm tự nhiên tuyệt vời cho tất cả các lĩnh vực, và lịch sử khoa học gần đây có thể được đọc song song với nghiên cứu về những "quả cầu tráng lệ" này.

Một nguyên tố dễ dàng hình thành bong bóng – và bọt (trạng thái các bong bóng chồng lên nhau và mất hình dạng cầu) – là canxi. Các tế bào tạo nên mô cũng giống như cách bong bóng tạo thành bọt, và ví dụ rõ nhất về cấu trúc bọt trong cơ thể (ngoài nước miếng) là xương xốp. Chúng ta thường nghĩ bọt mềm (chẳng khác gì kem cạo râu), nhưng khi một số chất chứa không khí bị khô hoặc nguội đi, chúng hóa rắn giống như xà phòng tắm phiên bản không-vỡ-ngay-lập-tức vậy. Trên thực tế, NASA đã dùng bọt đặc biệt để bảo vệ tàu con thoi khi chúng trở lại Trái Đất, và xương (giàu canxi) cũng bền tương tự dù rất nhẹ. Hơn nữa, các nhà điêu khắc đã chạm khắc bia mộ, cột đá và các vị thần từ đá cẩm thạch và đá vôi (đều giàu canxi) vừa mềm dẻo vừa cứng cáp suốt nhiều thiên niên kỷ. Những loại đá này hình thành khi các sinh vật biển nhỏ chết đi, lớp vỏ giàu canxi của chúng chìm xuống và chồng lớp lên nhau dưới đáy đại dương. Giống như xương, những vỏ này có lỗ nhưng tính chất hóa học của canxi giúp tăng độ bền của chúng. Hầu hết các loại nước tự nhiên (như nước mưa) có tính axit nhẹ, còn các khoáng chất chứa canxi có tính bazơ nhẹ. Khi nước thấm qua lỗ trên vỏ, phản ứng trung hòa xảy ra như núi lửa hóa học cỡ nhỏ của trẻ cấp 1, giải phóng lượng nhỏ cacbon dioxit và làm mềm đá. Ở quy mô địa chất lớn, các phản ứng giữa nước mưa và canxi tạo thành những khoang lớn mà chúng ta gọi là hang động.

Ngoài giải phẫu và nghệ thuật, các bong bóng canxi còn định hình nền kinh tế và các đế chế. Nhiều vịnh nhỏ giàu canxi dọc bờ biển phía nam nước Anh không có nguồn gốc tự nhiên mà hình thành từ các mỏ đá vôi vào khoảng năm 55 TCN, khi người La Mã yêu thích đá vôi đặt chân đến đây. Các trinh sát của Julius Caesar đã phát hiện ra một tảng đá vôi màu kem hấp dẫn gần Beer (nước Anh) ngày nay, và bắt đầu đem nó về La Mã để làm vật liệu trang trí mặt tiền của các công trình. Đá vôi từ Beer sau đó được dùng để xây dựng Cung điện Buckingham, Tháp London và Tu viện Westminster, để lại những hang động lớn ven biển. Đến năm 1800, một số

cậu trai địa phương có thời thơ ấu gắn liền với trò đuổi bắt và chèo thuyền trong mê cung hang động này đã quyết định sống lại thời thơ ấu và trở thành kẻ buôn lậu; tận dụng những vòm canxi này làm nơi giấu rượu Brandy, trà, thuốc lá và lụa của Pháp từ Normandie bằng thuyền nhỏ.

Những kẻ buôn lậu (hoặc "những người theo chủ nghĩa thương mại tự do" như họ tự gọi) mọc lên như nấm sau mưa vì những khoản thuế đáng ghét mà chính phủ Anh đánh vào hàng hóa Pháp nhằm trêu tức Napoléon. Bong bóng nhu cầu là điều không thể tránh khỏi khi các mặt hàng bị đánh thuế trở nên khan hiếm. Ngoài ra, sự bất lực của lực lượng bảo vệ bờ biển Hoàng gia Anh trong việc chống buôn lậu đã thuyết phục Quốc hội Anh đưa ra các đạo luật để tự do hóa thương mại trong thập niên 1840, mang lại thương mại tự do thực sự. Điều này cộng với sức mạnh kinh tế vượt trội cho phép Đế chế Anh mở rộng lãnh thổ tới mức "Mặt Trời không bao giờ lặn".

Với những chi tiết kể trên, bạn hẳn sẽ mong đợi một ngành khoa học về bong bóng với lịch sử lâu dài. Nhưng không. Những bộ óc xuất chúng như Benjamin Franklin (đã khám phá ra dầu có thể khiến nước không sủi tăm) và Robert Boyle (đã thử nghiệm, thậm chí rất hay nếm nước tiểu tươi còn sủi bọt trong bô của mình) quả thực đã dấn thân nghiên cứu bong bóng. Các nhà sinh lý học thời kỳ đầu đôi khi sục bọt khí vào máu của những con chó đang bị mổ sống. Nhưng các nhà khoa học hầu như vẫn phớt lờ bong bóng, cả về cấu trúc và hình dạng của chúng; và nhường phần nghiên cứu về bong bóng cho lĩnh vực mà họ vốn khinh thị, có thể gọi là "khoa học trực giác". Khoa học trực giác không phải là khoa học ảo tưởng; nó chủ yếu gồm các lĩnh vực như chăn nuôi ngựa, làm vườn... Chúng nghiên cứu các hiện tượng tự nhiên, nhưng từ lâu đã dựa nhiều vào linh cảm và ghi chép niên lịch hơn là các thí nghiệm được kiểm soát. Một ngành khoa học trực giác nghiên cứu về bong bóng là nấu ăn. Những người làm bánh và nấu bia từ lâu đã sử dụng men – vốn là những "máy làm bong bóng" thô sơ – để làm nở bánh mì và tạo bọt cho bia. Các đầu bếp cao cấp ở châu Âu thế kỷ 18 đã học cách đánh lòng trắng trứng thành những tảng bọt xốp lớn để làm ra bánh trứng đường, pho mát, kem đánh và cappuccino mà chúng ta yêu thích ngày nay.

Tuy nhiên, các đầu bếp và nhà hóa học vẫn thường nghi kỵ nhau: nhà hóa học coi đầu bếp là vô kỷ luật và phi khoa học, còn đầu bếp coi nhà hóa học là bọn không biết thưởng thức nghệ thuật. Mãi đến khoảng năm 1900, khoa học về bong bóng mới trở thành một lĩnh vực được tôn trọng, dù những người đứng đầu là Ernest Rutherford và Huân tước Kelvin[1] vẫn chưa thể nhìn nhận rõ ràng tương lai của ngành này. Trên thực tế, vào thời điểm đó, Rutherford chủ yếu quan tâm tới những bí ẩn sâu thẳm của bảng tuần hoàn.

[1]. Wiliam Thomson (26/6/1824-17/12/1907) là nhà toán học, vật lý học kiêm kỹ sư người Ireland gốc Scotland. Ông được phong là "Nam tước Kelvin đệ nhất". "Huân tước" là từ dùng chung cho những người được phong tước. (BTV)

Ngay sau khi từ New Zealand tới Đại học Cambridge vào năm 1895, Rutherford đã cống hiến hết mình cho nghiên cứu phóng xạ – được coi trọng hệt như di truyền học hay công nghệ nano ngày nay. Tính khí mạnh mẽ đã đưa Rutherford đến với khoa học thực nghiệm, vì ông vốn không ngại dấn thân. Lớn lên cùng việc săn chim cút và đào khoai tây trong trang trại của gia đình, ông cảm giác mình giống "cáo mượn oai hùm" giữa những con người lỗi lạc ở Cambridge. Rutherford có bộ ria quặp, lượn lờ xung quanh với các mẫu phóng xạ trong túi và điếu xì gà hoặc tẩu thuốc ngậm trên miệng. Ông thường thốt ra những câu chửi thề – có lẽ do người vợ Thiên chúa giáo ngoan đạo không thích ông chửi thề ở nhà – và những lời nguyền rủa kinh khủng nhất trong phòng thí nghiệm mỗi khi thiết bị không hoạt động. Có lẽ để bù lại việc chửi thề, ông đã hát to (nhưng lệch tông) "Tiến lên, những chiến binh Thiên chúa giáo" khi đi quanh phòng thí nghiệm lờ mờ của mình. Mặc dù có mô tả thô bỉ là vậy, đặc điểm nổi bật trong khoa học của Rutherford là sự tao nhã. Trong lịch sử khoa học, hẳn không có ai giỏi "ve vãn" những bí ẩn của tự nhiên ra khỏi "hình hài xác thịt" của chúng hơn ông. Và không gì thể hiện điều đó tốt hơn sự tao nhã mà ông đã dùng để vén màn bí mật về cách một nguyên tố chuyển đổi thành một nguyên tố khác.

Sau khi chuyển từ Cambridge đến Montréal, Rutherford quan tâm đến cơ chế khiến các chất phóng xạ làm tăng nồng độ phóng xạ trong không khí quanh chúng. Để nghiên cứu vấn đề này, Rutherford đã kế tục các nghiên

cứu của Marie Curie, nhưng người đàn ông New Zealand chân chất này cẩn trọng hơn nữ đồng nghiệp nổi tiếng cùng thời. Theo Marie (và cả những người khác), các nguyên tố phóng xạ đã phóng ra một "khí" phóng xạ tinh khiết khiến không khí nhiễm xạ, giống như cách bóng đèn lan tỏa ánh sáng khắp không gian vậy. Rutherford ngờ rằng "khí" phóng xạ tinh khiết đó thực ra là một nguyên tố khí chưa biết có đặc điểm phóng xạ riêng. Kết quả là trong khi Marie bỏ ra hàng tháng trời đun sôi hàng ngàn cân uraninit đen để có được các mẫu radi và poloni siêu nhỏ, Rutherford lại cảm nhận được lối tắt và để thiên nhiên làm hộ. Ông chỉ cần để các mẫu phóng xạ phân rã trong một bình kín, rồi dẫn những bong bóng khí thu được vào một bình thủy tinh úp ngược khác. Đó chính là loại khí mà ông cần. Rutherford và Frederick Soddy nhanh chóng chứng minh rằng những bong bóng khí có tính phóng xạ thu được ấy là một nguyên tố mới: radon. Và do khối lượng mẫu ban đầu giảm đi đúng bằng khối lượng khí radon thu được, họ nhận ra rằng một nguyên tố đã thực sự biến đổi thành nguyên tố khác.

Rutherford và Soddy không những tìm thấy một nguyên tố mới mà còn phát hiện ra các quy tắc biến đổi mới lạ của các nguyên tố trên bảng tuần hoàn. Khi phân rã, chúng đột nhiên "đi ngang" và nhảy qua nhảy lại giữa các ô. Điều này thật ly kỳ nhưng cũng thật báng bổ. Khoa học từng phủ nhận hoàn toàn thuật giả kim – "pháp thuật" biến chì thành vàng – nhưng giờ Rutherford và Soddy đang mở lại cánh cổng cho "pháp thuật" ấy. Khi Soddy cuối cùng cũng bị điều này thuyết phục và thốt lên: "Rutherford, các nguyên tố đã biến đổi!", Rutherford đã nổi đóa.

"Lạy thánh Micheal, Soddy, làm ơn đừng dùng cái từ đó. Người ta sẽ coi chúng ta là bọn giả kim rồi bêu đầu mất!"

Mẫu radon nhanh chóng "đỡ đầu" cho nhiều phát kiến khoa học còn gây sửng sốt hơn nữa. Rutherford tùy hứng đặt tên cho hạt nhỏ bay ra từ các nguyên tử phóng xạ là hạt alpha. (Ông cũng phát hiện ra hạt beta.) Dựa trên sự khác biệt về khối lượng của các nguyên tố trong quá trình phân rã, Rutherford ngờ rằng hạt alpha thực chất là các nguyên tử heli vỡ ra (giống như bong bóng thoát khỏi chất lỏng đang sôi). Nếu quả vậy thì các nguyên tố có thể di chuyển xa hơn trên bảng tuần hoàn. Nếu urani phát ra heli, các

nguyên tố “nhảy cóc” từ đầu này sang đầu kia bảng tuần hoàn giống như một bước đi may rủi trong trò chơi *Snakes & Ladders* (Rắn và thang) vậy.

Để kiểm tra ý tưởng này, Rutherford đã nhờ thợ thổi thủy tinh của khoa vật lý thổi hai bóng thủy tinh. Bóng đầu tiên có thành mỏng và ông bơm radon vào đó. Bóng thứ hai dày hơn và lớn hơn, bao quanh bóng đầu tiên. Các hạt alpha có đủ năng lượng để xuyên qua lớp thủy tinh đầu tiên nhưng không thể xuyên qua lớp thứ hai, nên chúng mắc kẹt trong khoang chân không giữa hai bóng. Sau vài ngày, thí nghiệm này dường như không mang lại kết quả vì các hạt alpha bị bẫy không có màu và dường như không gây ra bất cứ điều gì. Nhưng rồi Rutherford cho một dòng điện chạy qua khoảng trống giữa hai bóng. Nếu từng du lịch đến Tokyo hoặc New York, bạn hẳn biết chuyện gì đã xảy ra. Giống như mọi khí trơ, heli phát sáng khi bị kích thích bởi điện; các hạt bí ẩn của Rutherford cũng phát ra ánh sáng xanh lá và vàng đặc trưng của heli khi dòng điện chạy qua. Bằng ánh sáng “neon” sơ khai đó, Rutherford đã chứng minh được rằng hạt alpha bắt nguồn từ nguyên tử heli. Đây là một ví dụ hoàn hảo về sự tao nhã của ông, và cũng là niềm tin của ông vào sự ly kỳ trong khoa học.

Với vẻ tinh tế thiên bẩm, Rutherford đã công bố sự liên quan giữa hạt alpha và heli trong bài phát biểu nhận giải Nobel năm 1908. (Ngoài việc tự mình giành giải, Rutherford đã hướng dẫn cho 11 chủ nhân tương lai của giải Nobel; người cuối cùng nhận giải vào năm 1978, khi Rutherford đã qua đời hơn bốn thập kỷ. Điều này khiến ông trở thành người truyền thụ ấn tượng nhất kể từ thời Thành Cát Tư Hãn với hàng trăm đứa con bảy thế kỷ trước đó.) Phát hiện của Rutherford khiến khán giả tham dự lễ trao giải Nobel năm đó say mê. Tuy nhiên, có vẻ nhiều người dự khán ở Stockholm không biết ứng dụng tức thời và thực tế nhất ở công trình về heli của Rutherford. Nhưng vốn là một nhà thực nghiệm lỗi lạc, Rutherford biết rằng nghiên cứu thực sự tuyệt vời không những hỗ trợ hay bác bỏ một lý thuyết nhất định, mà còn là tiền đề cho nhiều thí nghiệm khác. Cụ thể, thí nghiệm về hạt alpha và heli giúp ông đào xới nỗi đau lâu đời của thần học và khoa học: tranh luận về tuổi thật của Trái Đất.

Dự đoán tạm coi là có cơ sở đầu tiên cho tuổi Trái Đất được đưa ra năm 1650, khi tổng giám mục người Ireland James Ussher sử dụng các “dữ liệu”

như danh sách dòng dõi trong Kinh thánh ("... Serug sống 30 năm và sinh ra Nahor… Nahor sống 29 năm và sinh ra Terah,"...) để tính toán rằng Chúa đã tạo ra Trái Đất vào ngày 23 tháng 10 năm 4004 TCN. Ussher đã làm tốt nhất có thể với các "bằng chứng" ông có, nhưng chỉ vài thập kỷ sau, hầu hết lĩnh vực khoa học đã chứng minh con số mà ông đưa ra nhỏ đến nực cười. Các nhà vật lý còn xác định con số "chính xác" bằng cách sử dụng các phương trình nhiệt động lực học. Giống như cà phê nóng nguội dần trong tủ đông, các nhà vật lý biết rằng Trái Đất liên tục mất nhiệt vào không gian lạnh lẽo. Bằng cách đo tốc độ mất nhiệt và ngoại suy ngược lại thời điểm mọi tảng đá trên Trái Đất đều nóng chảy, họ có thể ước tính thời điểm Trái Đất hình thành. Nhà khoa học hàng đầu của thế kỷ 19 là William Thomson (Huân tước Kelvin) đã dành hàng thập kỷ cho vấn đề này. Và vào cuối thế kỷ 19, ông đã tuyên bố rằng Trái Đất được sinh ra từ 20 triệu năm trước.

Đó là một chiến thắng về suy luận của con người, và... cũng không đúng hơn dự đoán của Ussher là bao. Đến năm 1900, Rutherford và nhiều người khác nhận ra rằng dẫu cho vật lý có vượt xa các ngành khoa học khác bao nhiêu về uy tín và sự quyến rũ (bản thân Rutherford rất thích nói: "*Chỉ có* vật lý mới là khoa học, tất cả những thứ khác chỉ như sưu tầm tem mà thôi" – ông đã phải nuốt lại những lời này khi nhận giải Nobel Hóa học sau đó), thì trong trường hợp này, vật lý cũng vẫn chưa đủ. Charles Darwin đã có lập luận thuyết phục rằng con người không thể tiến hóa từ vi khuẩn vô tri chỉ trong 20 triệu năm; và những người ủng hộ nhà địa chất Scotland James Hutton lập luận rằng không có ngọn núi hay hẻm núi nào hình thành được trong một khoảng thời gian ngắn như vậy. Nhưng không ai bác bỏ được những tính toán to lớn của William Thomson cho đến khi Rutherford bắt đầu thăm dò những tảng đá chứa urani để tìm bong bóng khí heli.

Bên trong một số loại đá nhất định, nguyên tử urani (nguyên tố thứ 92) phát ra hạt alpha (có hai proton) và biến đổi thành thori (nguyên tố thứ 90). Thori lại phát ra một hạt alpha khác để sinh ra radi. Quá trình cứ thế tiếp diễn: radi sinh ra radon, radon sinh ra poloni và poloni sinh ra chì bền. Đây là một chuỗi phân rã nổi tiếng mà ai cũng đã biết. Và trong một phút lóe sáng như Glaser, Rutherford còn nhận ra những hạt alpha thoát ra tạo thành những bong bóng heli nhỏ bên trong đá. Điều cốt lõi là heli không bao giờ

phản ứng với các nguyên tố khác. Vì vậy, đáng lẽ heli không xuất hiện trong đá giống như cacbon dioxit trong đá vôi. Nguồn heli ở trong đá đều là sản phẩm của phân rã phóng xạ. Càng nhiều heli thì tảng đá càng "già", ít heli thì vẫn "non" lắm.

Rutherford đã nghĩ về quá trình này được vài năm tính đến năm 1904, khi ông 33 tuổi và William Thomson đã 80. Bất chấp tất cả những gì ông từng đóng góp cho khoa học, tâm trí của Thomson không còn tinh tường nữa. Đã qua rồi cái thời mà ông có thể đưa ra những lý thuyết mới thú vị (giống như lý thuyết mà mọi nguyên tố trên bảng tuần hoàn – ở cấp độ sâu nhất đều là những "nút thắt ether khác nhau". Quan trọng nhất là Thomson từ chối dung nạp lĩnh vực phóng xạ đáng lo ngại (thậm chí đáng sợ) vào thế giới quan của mình. (Đó là lý do tại sao Marie Curie từng kéo ông vào xó để ông thấy tận mắt "nguyên tố phát sáng trong bóng tối" của bà.) Ngược lại, Rutherford nhận ra rằng phóng xạ trong vỏ Trái Đất có thể sinh ra nhiệt dư, đập tan lý thuyết của Thomson về sự mất nhiệt đơn thuần vào không gian.

Cực kỳ phấn khích và muốn giới thiệu ý tưởng mới của mình, Rutherford đã tổ chức một buổi thuyết trình ở Cambridge. Nhưng dù có gân đến mấy thì Thomson vẫn có ảnh hưởng rất lớn trong khoa học, và bác bỏ tính toán tự hào nhất của ông có thể hủy hoại sự nghiệp của chính Rutherford. Rutherford mở đầu rất thận trọng; thật may là ngay sau khi ông bắt đầu, Huân tước Kelvin ngồi ở hàng ghế đầu lại ngủ gật. Rutherford chớp thời cơ đi nhanh đến kết luận, nhưng đúng lúc ông chuẩn bị bác bỏ nghiên cứu của Thomson thì nhà khoa học già lại tỉnh như chim sáo.

Trong cảnh tiến thoái lưỡng nan, Rutherford chợt nhớ đến một câu vô thưởng vô phạt đã đọc được trong nghiên cứu của Thomson. Với ngôn ngữ khoa học điển hình, câu đó nói rằng các tính toán của Thomson về tuổi Trái Đất là chính xác *trừ khi có người phát hiện thêm các nguồn nhiệt* bên trong Trái Đất. Rutherford đã đề cập vấn đề này, chỉ ra rằng phóng xạ có thể là nguồn nhiệt tiềm ẩn đó. Bằng tài ứng biến bậc thầy, ông bỏ thêm một câu rằng Huân tước Kelvin đã dự đoán về việc phát hiện ra phóng xạ từ hàng chục năm trước. Thiên tài! Nhà khoa học già liếc nhìn xung quanh với vẻ

rạng rỡ. Ông thừa biết Rutherford đang bố láo, nhưng không hề có ý định phủ định lời khen.

Rutherford kiên nhẫn chờ cho đến khi Thomson qua đời (năm 1907) rồi mới chứng minh mối liên hệ heli-urani. Lúc này, không còn chính trị trong khoa học cản bước – kỳ thực, ông cũng được phong tước. (Và sau này, ông cũng đã trở thành quý tộc trên bảng tuần hoàn với nguyên tố thứ 104: rutherfordi). Huân tước Rutherford đã rửa giải khí heli từ các bong bóng siêu nhỏ trong một số tảng đá nguyên thủy chứa urani và xác định rằng Trái Đất ít nhất cũng 500 triệu năm tuổi (gấp 25 lần dự đoán của Thomson), cũng là tính toàn đầu tiên chính xác trong phạm vi 10 lần so với thực tế. Trong vài năm, các nhà địa chất học giàu kinh nghiệm về đá đã tiếp bước Rutherford và xác định rằng lượng heli sinh ra từ đá cho thấy Trái Đất ít nhất cũng hai tỷ năm tuổi. Con số này vẫn chưa tới 50% tuổi thật; nhưng nhờ những bong bóng heli tí xíu bên trong đá, cuối cùng con người cũng đã hiểu đúng về tuổi đời đáng kinh ngạc của vũ trụ.

Sau thời Rutherford, việc tìm kiếm các bong bóng nguyên tố nhỏ trong đá đã trở thành bước khảo sát địa chất chuẩn mực. Một cách tiếp cận đặc biệt hiệu quả là sử dụng zircon – một khoáng chất chứa ziriconi, nỗi đau của các tiệm cầm đồ và là hàng nhái trang sức.

Vì tính chất của hóa học của ziriconi (nằm ngay dưới titan trên bảng tuần hoàn), zircon rất cứng và được sử dụng để chế tạo kim cương giả rất hiệu quả. Không giống các loại đá mềm như đá vôi, zircon thường tồn tại trong những tảng đá dưới dạng hạt vừng trong những tảng đá lớn từ thuở sơ khai của Trái Đất. Do tính chất hóa học độc đáo, khi các tinh thể zircon hình thành, chúng hút sạch urani tản mác và bọc nó vào các bong bóng ngay bên trong mình. Zircon cũng không ưa chì và "xua đuổi" nó (trái ngược với thiên thạch). Tuy nhiên điều này không được lâu vì urani lại phân rã thành chì, và lần này thì zircon gặp khó khăn trong việc xua đuổi chì. Do đó, chì tồn tại trong khoáng vật zircon sợ-chì hiện nay đều sinh ra từ urani. Câu chuyện giờ đã trở nên quen thuộc: sau khi đo tỷ lệ chì và urani trong khoáng vật zircon, ta sẽ tính được "năm số 0". Bất cứ khi nào bạn nghe thấy giới khoa học công bố một kỷ lục về "tảng đá lâu đời nhất thế giới" –

có thể ở Úc hay Greenland (nơi có zircon "trường tồn" nhất) – thì chắc chắn họ đã dùng bong bóng zircon-urani để xác định tuổi.

Các lĩnh vực khác cũng áp dụng mô hình bong bóng. Glaser bắt đầu thử nghiệm buồng bong bóng vào những năm 1950; và cũng khoảng thời gian đó, các nhà vật lý lý thuyết như John Archibald Wheeler bắt đầu nói về vũ trụ dạng bọt ở cấp độ cơ bản. Ở quy mô nhỏ hơn nguyên tử hàng tỷ tỷ lần ấy, Wheeler mơ rằng "không thời gian êm ả trong vắt của các thế giới nguyên tử và hạt biến mất… Sẽ không có trái và phải, trước và sau theo đúng nghĩa đen. Những quan niệm thông thường về chiều dài sẽ biến mất. Những quan niệm thông thường về thời gian sẽ "bốc hơi". Tôi không thể nghĩ ra cái tên nào phù hợp hơn là 'bọt lượng tử' cho trạng thái này". Một số nhà vũ trụ học ngày nay tính toán rằng toàn bộ vũ trụ của chúng ta sinh ra khi một bong bóng siêu nhỏ trượt khỏi bọt đó và bắt đầu giãn nở với tốc độ rất, rất lớn. Đó là một lý thuyết đẹp và giải thích được rất nhiều điều – ngoại trừ lý do để khả năng này tồn tại.

Trớ trêu thay, bọt lượng tử của Wheeler lại có nguồn gốc tri thức từ Huân tước Kelvin, một trong những nhà vật lý cổ điển vĩ đại nhất. Huân tước Kelvin không phát minh ra ngành "bọt học", mà là một người Bỉ mù: Joseph Plateau ("Plateau" nghĩa là "phẳng lặng", khá phù hợp với độ ảnh hưởng không đáng kể trong nghiên cứu của ông). Nhưng Huân tước Kelvin đã phổ biến ngành này khi nói những điều như ông "có thể dành cả đời để nghiên cứu một bong bóng xà phòng". Điều này không thành thật cho lắm, vì theo sổ ghi chép phòng thí nghiệm thì ngài Huân tước đã phác thảo nghiên cứu về bong bóng trong một buổi sáng nằm chổng kềnh trên giường, và đó cũng chỉ là một đoạn phác thảo ngắn. Tuy nhiên, vẫn có những câu chuyện thú vị về ông già râu bạc thời Victoria này lội qua lội lại bể chứa dung dịch glycerin và một chiếc giường lò xo để tạo ra một đám bong bóng lồng chặt vào nhau. Đám "bong bóng vuông" này gợi nhớ đến cậu bé Rerun trong truyện biếm họa *Peanuts*, bởi chiếc giường mini có năm lò xo con hình hộp chữ nhật.

Thêm vào đó, công trình của Huân tước Kelvin đã mang đến động lực và cảm hứng cho khoa học thực sự sau này. Nhà sinh vật học D'Arcy Wentworth Thompson đã áp dụng các định lý của ngài Huân tước về sự

hình thành bong bóng để nghiên cứu sự phát triển tế bào trong cuốn sách năm 1917 là *On Growth and Form* (tạm dịch: Tăng trưởng và thành hình) – cuốn sách từng được coi là "tác phẩm hay nhất trong mọi biên niên sử khoa học bằng tiếng Anh". Lĩnh vực sinh học tế bào hiện đại bắt đầu từ đây. Hơn nữa, các nghiên cứu sinh hóa gần đây hé lộ rằng bong bóng cũng chính là yếu tố hiệu quả của sự sống. Các phân tử hữu cơ phức tạp đầu tiên có thể không hình thành từ đại dương như thường nghĩ, mà ở trong các bong bóng nước bị kẹt trong dải băng kiểu vùng cực. Nước khá nặng và khi đóng băng, nó nén các "tạp chất" hòa tan (như phân tử hữu cơ) lại với nhau trong bong bóng. Nồng độ và áp suất trong bong bóng có thể đủ mạnh để hợp nhất các phân tử đó thành các phân tử có khả năng tự sao chép. Vì thấy hay ho, thiên nhiên đã sao chép mô hình bong bóng này kể từ đó. Dù phân tử hữu cơ đầu tiên có nguồn gốc thế nào (trong băng hay đại dương), các tế bào thô đầu tiên chắc chắn có dạng bong bóng bao lấy protein, ARN hay ADN để bảo vệ chúng khỏi bị cuốn trôi hoặc xói mòn. Ngay cả ngày nay, bốn tỷ năm sau, các tế bào vẫn có dạng bong bóng căn bản.

Các nghiên cứu của Huân tước Kelvin cũng truyền cảm hứng cho khoa học quân sự. Trong Thế Chiến I, Nam tước Rayleigh đệ tam John William Strutt đảm nhiệm việc giải quyết vấn đề thời chiến cấp bách rằng tại sao chân vịt tàu ngầm rất dễ hỏng, ngay cả khi phần còn lại của thân tàu vẫn nguyên vẹn. Thì ra các bong bóng do chân vịt đang quay tạo ra lại quay về tấn công và làm mòn cánh khuấy kim loại, giống như cách đường làm hỏng men răng vậy. Khoa học tàu ngầm cũng mở đường cho một bước đột phá khác trong nghiên cứu bong bóng – dù bấy giờ phát hiện này không có gì hứa hẹn, thậm chí đầy nghi hoặc. Nhờ những ký ức về tàu ngầm U-boat của Đức, việc nghiên cứu sonar (sóng âm truyền trong nước) đã trở thành xu hướng trong những năm 1930, cũng như phóng xạ trước đó. Ít nhất hai nhóm nghiên cứu đã phát hiện ra rằng: nếu rung chuyển một bể chứa bằng sóng âm có cường độ tương đương âm thanh sinh ra từ động cơ phản lực, các bong bóng xuất hiện đôi khi sẽ nổ và tạo ra một tia sáng nhấp nháy màu thiên thanh hoặc xanh lục. (Giống như bạn nhai kẹo bạc hà Life Savers trong tủ quần áo tối vậy.) Vì các nhà khoa học quan tâm đến việc làm nổ tung tàu ngầm hơn nên cái được gọi là phát quang do âm chỉ được coi như một trò ảo thuật khoa học trong suốt 50 năm sau, được truyền từ thế hệ này sang thế hệ khác.

Mọi chuyện có thể vẫn như thế nếu Seth Putterman không bị một đồng nghiệp chế giễu vào giữa những năm 1980. Putterman nghiên cứu lĩnh vực động lực học chất lưu khó nhằn tại Đại học California ở Los Angeles. Ở khía cạnh nào đó, các nhà khoa học biết về những thiên hà xa xôi còn nhiều hơn là về dòng nước xộc qua ống cống. Người đồng nghiệp chế giễu rằng loại như Putterman không tài nào giải thích được cách sóng âm chuyển bong bóng thành ánh sáng. Putterman cho rằng điều này chỉ là truyền thuyết. Nhưng sau khi tìm kiếm các nghiên cứu ít ỏi về phát quang do âm, ông đã bỏ dở các nghiên cứu đang làm để tập trung toàn lực vào bong bóng nhấp nháy.*

Trong các thí nghiệm thô sơ đầu tiên, Putterman đã đặt một cốc nước giữa hai cái loa, cho âm thanh phát ra ở dải tần của còi huấn luyện chó. Một dây may so đun sôi nước trong cốc để tạo ra bong bóng, sau đó sóng âm giam chúng trong làn nước. Tới đoạn này mới hay. Sóng âm biến thiên giữa các hõm phẳng cường độ thấp và các đỉnh cường độ cao. Các bong bóng nhỏ trong nước phình lên hàng ngàn lần khi bị giảm áp, như những quả bóng bay lấp đầy các căn phòng. Khi sóng âm đạt cực tiểu, mặt sóng cao áp xông lên ép thể tích bong bóng xuống nửa triệu lần, với lực lớn hơn lực hấp dẫn hàng trăm tỷ lần. Không có gì đáng ngạc nhiên khi quá trình nén tương đương với sự co sụp trước khi xảy ra vụ nổ siêu tân tinh này cũng phát ra ánh sáng. Đáng kinh ngạc nhất là dù bị nén tới "điểm kỳ dị" – thuật ngữ thường chỉ dùng trong nghiên cứu lỗ đen – bong bóng vẫn còn nguyên vẹn. Sau khi không còn sức ép nữa, bong bóng lại phình ra mà không nổ, như "chưa hề có cuộc chia ly" rồi lại bị nén và nhấp nháy: quá trình này lặp lại hàng ngàn lần mỗi giây.

Putterman mau chóng mua các thiết bị tinh vi hơn thiết kế thô sơ ban đầu và vô tình "đụng độ" với bảng tuần hoàn. Nhằm xác định chính xác điều đã khiến bong bóng phát sáng, ông bắt đầu thử các loại khí khác nhau. Ông phát hiện ra dù bong bóng không khí tạo ra ánh sáng màu thiên thanh và xanh lục, nhưng bong bóng nitơ hoặc oxy nguyên chất (tổng cộng chiếm tới 99% không khí) lại không phát quang dù ông đã thử đủ loại âm lượng và tần số khác nhau. Bối rối, Putterman bắt đầu bơm các khí có trong không khí vào bong bóng cho đến khi tìm thấy "nguồn sáng": agon.

Điều đó thật kỳ lạ vì agon là khí trơ. Hơn nữa, các khí mà Putterman (và một nhóm nhà bong bóng học đang nghiên cứu) thử nghiệm thành công đều là những "người anh em" của agon có nguyên tử khối lớn hơn: krypton, và đặc biệt là xenon. Trên thực tế, khi rung bằng sonar, xenon và krypton thậm chí còn phát quang mạnh hơn cả agon, tạo nên các "ngôi sao trong bình kín" ở khoảng 19.400°C – nóng hơn bề mặt Mặt Trời rất nhiều. Một lần nữa, điều này thật khó hiểu. Xenon và krypton thường được sử dụng trong công nghiệp để dập tắt đám cháy hay các phản ứng mất kiểm soát, và không có lý do gì để nghĩ rằng những khí trơ về mặt hóa học như chúng lại có thể tạo ra ánh sáng mạnh đến vậy.

Trừ phi tính trơ của chúng ẩn giấu đặc tính. Bên trong bong bóng, oxy, cacbon dioxit và các loại khí khác của khí quyển có thể sử dụng năng lượng từ sonar để phân chia hoặc phản ứng với nhau. Về khía cạnh phát quang do âm, năng lượng đó là lãng phí. Tuy vậy, một số nhà khoa học cho rằng khí trơ ở áp suất cao không còn cách nào khác ngoài hấp thụ năng lượng sonar. Và do không có cách nào để phát xạ năng lượng, bong bóng xenon (hoặc krypton) co lại và chỉ có thể tập trung năng lượng tại lõi. Nếu đúng như vậy thì tính trơ của các khí trơ là mấu chốt cho phát quang do âm. Dù lý do là gì đi nữa, sự liên quan với phát quang do âm sẽ định nghĩa lại khái niệm "khí trơ".

Thật không may, do bị cám dỗ bởi việc khai thác năng lượng cao đó, một số nhà khoa học (gồm cả Putterman) đã liên kết ngành khoa học bong bóng mong manh với lò phản ứng hợp hạch để bàn, anh em của phản ứng hợp hạch lạnh – trường hợp khoa học ảo tưởng lừng danh. (Đây không phải phản ứng hợp hạch lạnh vì nó xảy ra ở nhiệt độ cao.) Mối liên kết mơ hồ giữa bong bóng và phản ứng hợp hạch đã có từ lâu. Một phần là do nhà khoa học Liên Xô Boris Deryagin nghiên cứu tính bền của bọt có niềm tin mạnh mẽ vào phản ứng hợp hạch lạnh. (Trong một thí nghiệm không tưởng và ngược hoàn toàn với kiểu thí nghiệm của Rutherford, Deryagin từng được cho là đã cố gắng tạo ra phản ứng hợp hạch lạnh bằng cách bắn đạn AK vào nước.)

Mối liên hệ đáng ngờ giữa phát quang do âm và hợp hạch bong bóng *(sonofusion)* đã được nêu rõ vào năm 2002 khi tạp chí *Science* đăng một bài

báo gây tranh cãi về năng lượng hạt nhân dựa trên phát quang do âm. Điều bất thường là *Science* cũng cho đăng một bài xã luận thừa nhận nhiều nhà khoa học kì cựu cho rằng bài báo kia có nhiều lỗi (nếu không muốn nói là có sự giả mạo); ngay cả Putterman cũng đề nghị tạp chí từ chối bài đó. *Science* vẫn cho xuất bản (có lẽ là vì doanh số). Tác giả chính của bài báo sau đó đã phải giải trình trước Hạ viện Mỹ vì làm giả dữ liệu.

Rất may là ngành bong bóng học đã có một nền tảng đủ mạnh* để tồn tại qua vụ việc đáng hổ thẹn đó. Các nhà vật lý quan tâm đến năng lượng thay thế hiện nay thiết kế các chất siêu dẫn với bong bóng. Các nhà bệnh học mô tả AIDS là loại virus "bọt xốp" vì tế bào nhiễm bệnh phình ra rồi vỡ tan. Giới côn trùng học biết các loài côn trùng dùng bong bóng nhằm trữ không khí để thở dưới nước, và những nhà nghiên cứu về chim biết rằng ánh kim ở bộ lông chim công là do các bong bóng nhỏ trong lông. Quan trọng nhất, vào năm 2008, sinh viên Đại học bang Appalachian đã xác định được lý do khiến Coca không đường sủi bọt khi thả Mentos vào. Chính là các bong bóng. Bề mặt sần sùi của kẹo Mentos hoạt động như một lưới tóm các bong bóng nhỏ hòa tan. Các bong bóng này kết nối với nhau để tạo thành bong bóng lớn. Cuối cùng, một số bong bóng khổng lồ vỡ ra, phóng thẳng lên trên, xuyên qua cổ chai và phun cao tới tận 6 m. Phát hiện này chắc chắn là khoảnh khắc tuyệt vời nhất trong khoa học bong bóng kể từ lúc Donald Glaser nhìn chằm chằm vào cốc bia hơn 50 năm trước và mơ ước về ngày vật lý hạt lật đổ bảng tuần hoàn.

Chương 18
Những công cụ chính xác tới mức phi lý

78	36	55	92	62	24	100	12
Pt	Kr	Cs	U	Sm	Cr	Fm	Mg
195,085	83,798	132,905	238,029	150,362	51,996	(257)	24,305

Hãy thử nghĩ về giáo viên khoa học khó tính nhất bạn từng học: người sẽ hạ điểm của bạn nếu làm tròn không chính xác chữ số thứ sáu sau dấu thập phân; chỉnh sửa từng học sinh nhầm "khối lượng" thành "trọng lượng", mặc áo phông in bảng tuần hoàn lại còn sơ vin và bắt tất cả (kể cả bản thân) phải đeo kính bảo hộ ngay cả khi pha nước đường. Bây giờ hãy thử tưởng tượng một người mà giáo viên của bạn rất ghét vì quá chính xác. Đó chính là những người làm việc cho cục tiêu chuẩn và đo lường.

Hầu hết các quốc gia đều có văn phòng tiêu chuẩn, có nhiệm vụ đo lường *mọi thứ*: từ một giây thực sự dài bao nhiêu đến lượng thủy ngân trong gan bò mà bạn có thể ăn mà không ngộ độc – theo Viện Tiêu chuẩn và Kỹ thuật Quốc gia Mỹ (NIST) thì lượng đó rất nhỏ. Đối với các nhà khoa học làm việc tại cục tiêu chuẩn, đo lường không chỉ là một công cụ hiện thực hóa khoa học mà bản thân nó đã là một ngành khoa học. Tiến bộ trong bất kỳ lĩnh vực nào – từ vũ trụ học hậu-Einstein cho đến tìm kiếm sinh vật sống trên hành tinh khác – đều phụ thuộc vào việc ta có thể đo càng chính xác từ các mẩu thông tin hiện đang nhỏ hơn bao giờ hết.

Vì các lý do lịch sử (những người theo trường phái Khai sáng của Pháp là những người cuồng đo lường), Cục Cân đo Quốc tế (BIPM) ngoại ô Paris đóng vai trò là cục tiêu chuẩn của các cục tiêu chuẩn, đảm bảo mọi "phân cục" đều đúng tiêu chuẩn. Một trong những công việc đặc biệt của BIPM là gìn giữ Kilogram Chuẩn Quốc tế: kilogram chính thức của thế giới. Đó là một khối trụ bạch kim rộng 5 cm, chứa 90% là bạch kim với khối lượng chính xác là 1,000000… kilogram (đến bao nhiêu chữ số thập phân tùy thích). Tôi có thể nói rằng nó nặng khoảng 900 gram nhưng sẽ cảm thấy tội lỗi vì không chính xác.



Kilogram Chuẩn Quốc tế rộng 5 cm (giữa) được làm bằng bạch kim và iridi, nằm trong ba cái lồng úp vào nhau trong một hầm kiểm soát độ ẩm và nhiệt độ ở Paris. Bao quanh là sáu bản sao chính thức, mỗi bản đựng trong hai lồng úp vào nhau. (Được sao chép lại với sự cho phép của BIPM. BIPM giữ bản quyền.)

Kilogram Chuẩn là một thực thể vật lý có thể bị hư hỏng. Và vì 1 kg không bao giờ được thay đổi nên BIPM phải đảm bảo rằng nó không bao giờ trầy xước, dính một hạt bụi hay mất đi một nguyên tử (như họ hy vọng). Nếu bất cứ điều gì kể trên xảy ra, khối lượng của nó có thể tăng lên tới 1,000000…1 kilogram hoặc giảm xuống còn 0,99999999…9 kilogram – điều mà một cục tiêu chuẩn quốc gia không thể chấp nhận. Giống như những bà mẹ lo lắng thái quá, họ liên tục theo dõi nhiệt độ và áp suất xung quanh Kilogram Chuẩn để ngăn chặn sự co giãn nở ở cấp độ vi mô có thể làm bật nguyên tử. Nó cũng được đặt trong ba lồng nhỏ chồng lên nhau để ngăn độ ẩm ngưng tụ trên bề mặt và để lại một lớp màng cực mỏng. Kilogram Chuẩn được làm từ bạch kim đặc (và iridi) để giảm thiểu diện

tích tiếp xúc với không khí “bẩn” – loại không khí mà chúng ta vẫn hít thở. Bạch kim dẫn điện tốt, giúp giảm lượng tĩnh điện “ký sinh” (từ của BIPM) có thể “dụ dỗ” các nguyên tử dính vào mẫu.

Cuối cùng, độ cứng của bạch kim làm giảm khả năng để lại vết xước khi móng tay ai đó chẳng may cào vào mẫu. Các quốc gia khác cần có bản sao kilogram chính thức của riêng mình để tránh phải bay tới Paris mỗi khi muốn cân chính xác một cái gì đó. Và vì Kilogram Chuẩn là tiêu chuẩn nên bản sao của mỗi nước phải được so sánh với nó. Bản kilogram chính thức của Mỹ được gọi là K20 (bản sao chính thức thứ 20), đặt trong một tòa nhà chính phủ ở ngoại ô Maryland. Trưởng nhóm phụ trách quản lý khối lượng và lực ở NIST là Zeina Jabbour cho hay K20 mới chỉ được hiệu chuẩn một lần kể từ năm 2000, và đã đến lúc cần hiệu chuẩn một lần nữa. Quá trình hiệu chuẩn kéo dài nhiều tháng và các quy định an ninh kể từ năm 2001 khiến việc đưa K20 đến Paris trở nên vô cùng rắc rối. Jabbour cho biết: “Chúng tôi phải xách tay K20 trong suốt chuyến bay, nhưng rất khó để vượt qua an ninh và hải quan với một khối kim loại và nói với người ta rằng họ không thể chạm vào nó. “Chỉ riêng việc mở chiếc vali thiết kế riêng cho K20 ở “sân bay đầy bụi” cũng có thể làm hỏng nó”, cô cho biết. “Và nếu ai đó khăng khăng đòi chạm vào, quá trình hiệu chuẩn sẽ đi tong.”

Thông thường, BIPM sử dụng một trong sáu bản sao chính thức (được giữ trong hai lồng úp) của Kilogram Chuẩn để hiệu chỉnh bản của các nước khác. Nhưng chính các bản sao chính thức cũng phải được hiệu chuẩn, nên cứ sau vài năm, các nhà khoa học lại lấy Kilogram Chuẩn ra khỏi chỗ để (dĩ nhiên là sử dụng kẹp và găng tay cao su đặc biệt để không lưu lại vân tay và phải là găng tay không phủ bột; cũng không được giữ quá lâu bởi nhiệt độ cơ thể sẽ truyền sang và phá hỏng mẫu) và hiệu chuẩn các bộ hiệu chuẩn.* Các nhà khoa học nhận thấy một điều đáng báo động trong quá trình hiệu chuẩn vào những năm 1990: tính cả các nguyên tử bị bong ra khi có người chạm vào nó thì trong vài thập kỷ qua, Kilogram Chuẩn đã mất thêm nửa microgram mỗi năm – khối lượng tương đương với một dấu vân tay! Không ai biết tại sao.

Chính thất bại trong việc giữ cho Kilogram Chuẩn hoàn toàn không đổi đã đổi mới nội dung thảo luận về giấc mơ tối thượng của mọi nhà khoa học bị

ám ảnh bởi khối trụ này: họ cân nhắc không dùng nó nữa. Đa phần tiến bộ khoa học đạt được từ khoảng năm 1600 nhờ việc áp dụng một quan điểm khách quan về vũ trụ (bất cứ khi nào có thể): không-lấy-con-người-làm-trung-tâm. (Đây được gọi là Nguyên lý Copernicus hay kém sang hơn là Nguyên lý Tầm thường.) Kilogram là một trong bảy "đơn vị đo lường cơ bản" được sử dụng trong mọi ngành khoa học, và nay bất kỳ đơn vị nào dựa trên vật thể nhân tạo đều không còn được chấp nhận nữa, đặc biệt là nếu nó teo đi một cách bí ẩn.

Văn phòng tiêu chuẩn quốc gia Anh đưa ra mục tiêu với mọi đơn vị là: một nhà khoa học gửi định nghĩa của nó qua email cho đồng nghiệp ở lục địa khác, và người đó có thể tái tạo ra nó với đúng các kích thước chỉ nhờ mô tả trong email. Bạn không thể gửi Kilogram Chuẩn qua email, và chưa ai từng đưa ra một định nghĩa đáng tin cậy hơn khối trụ mập lùn, bóng loáng được cưng chiều nhất mực ở Paris. (Các nhà khoa học đang thu hẹp khoảng cách, nhưng tính đến giờ thì những ý tưởng hay nhất lại quá tỉ mẩn đến mức không khả thi như đếm hàng ngàn ngàn ngàn tỷ nguyên tử, hoặc các phép đo đòi hỏi độ chính xác vượt xa các công cụ tốt nhất hiện nay.) Câu hỏi hóc búa chưa có lời giải về Kilogram Chuẩn, ngăn nó co lại hay ngừng sử dụng nó đã và đang trở thành một mối lo quốc tế ngày càng tăng (ít nhất là với bọn kỹ tính như chúng tôi).

Nỗi lo càng trầm trọng hơn vì kilogram là đơn vị đo lường cơ bản cuối cùng bị ràng buộc bởi sự nghiêm ngặt của con người. Một thanh bạch kim ở Paris được dùng làm nguyên mẫu cho đơn vị "mét" trong hầu hết thế kỷ 20, trước khi được các nhà khoa học định nghĩa lại vào năm 1960. 1 m lúc này được xác định là khoảng cách tương đương 1.650.763,73 lần bước sóng ánh sáng trong phổ đỏ-cam do một nguyên tử krypton-86 phát ra. Khoảng cách này gần như khớp với chiều dài của thanh bạch kim cũ, nhưng các bước sóng ánh sáng do Kr-86 phát ra lại có cùng độ dài ở bất kỳ đâu trong chân không. (Phải định nghĩa *như vậy* thì mới gửi qua email được chứ!) Kể từ đó, các nhà khoa học đo lường đã tái định nghĩa 1 m là khoảng cách mà ánh sáng di chuyển trong chân không trong 1/299.792.458 giây.

Tương tự, định nghĩa chính thức của một giây từng được công nhận là khoảng 1/86.400 của một vòng Trái Đất tự quay quanh trục. Nhưng vài sự thật phiền nhiễu đã khiến định nghĩa này trở nên bất tiện. Độ dài một ngày dần tăng lên do sự lên xuống của thủy triều, khiến vòng quay của Trái Đất bị níu chậm. Để khắc phục, cứ khoảng mỗi ba năm, các nhà đo lường lại chèn thêm một "giây nhuận" (vào nửa đêm ngày 31 tháng 12, thường là khi chẳng có ai chú ý). Nhưng giây nhuận chỉ là một giải pháp tạm thời. Thay vì gắn một đơn vị thời gian được cho là phổ quát với sự vận động của một hành tinh đá "tầm thường" như Trái Đất, cục quản lý tiêu chuẩn Mỹ đã phát triển đồng hồ nguyên tử cesi.

Đồng hồ nguyên tử hoạt động dựa trên cơ chế nhảy qua lại giữa các trạng thái dừng của các electron bị kích thích mà ta đã thảo luận. Nhưng đồng hồ nguyên tử cũng khai thác một chuyển động tinh vi hơn: "cấu trúc tế vi" *(fine structure)* của các electron. Nếu bước nhảy bình thường của một electron giống như ca sĩ nhảy quãng tám giữa hai nốt sol, thì ở cấu trúc tế vi cũng có những bước nhảy như từ sol lên sol giáng hay sol thăng[1]. Các hiệu ứng của cấu trúc tế vi thể hiện rõ nhất trong từ trường, gây ra bởi những những hiệu ứng mà bạn hoàn toàn có thể phớt lờ nếu chỉ học vật lý cơ bản (trừ khi đang học một lĩnh vực vật lý rất chuyên sâu như tương tác từ giữa electron và proton, hay hiệu chỉnh do tính tương đối của Einstein). Kết quả là những điều chỉnh cấu trúc tế vi*: mỗi electron nhảy thấp hơn một chút (lên sol giáng) hoặc cao hơn một chút (lên sol thăng) so với dự kiến.

[1]. Trong âm nhạc, hai nốt cách nhau quảng tám có cùng tên gọi nhưng khác nhau về cao độ. (BTV)

Vì electron "quyết định" nhảy lên mức nào đều dựa trên spin nội tại, nên một electron không bao giờ nhảy lên sol thăng rồi sol giáng trong hai lần liên tiếp. Bên trong đồng hồ nguyên tử (có hình thù như những ống khí nén thon dài), một nam châm "loại bỏ" tất cả các nguyên tử cesi (Cs) có electron ở lớp ngoài cùng nhảy lên một mức nhất định (tạm gọi là "sol giáng"). Các nguyên tử còn lại (có electron sol thăng) dồn vào một buồng và bị kích thích bởi một vi sóng rất mạnh, khiến các electron của chúng "nhảy lên" (sau đó sẽ trở về) và phát ra các photon. Mỗi chu kỳ nhảy lên-

xuống như vậy luôn mất cùng một lượng thời gian cực ngắn nên đồng hồ nguyên tử có thể đo thời gian chỉ bằng cách đếm các photon của ánh sáng. Nam châm phải “loại bỏ” các electron thuộc cùng một loại (sol giáng hay sol thăng không quan trọng), vì thời gian nhảy mức của hai loại này là khác nhau. Và ở thang đo mà các nhà đo lường sử dụng, sự thiếu chính xác đó không thể chấp nhận được.

Cesi thuận tiện khi dùng làm lò xo chính trong đồng hồ nguyên tử vì chỉ có một electron ở lớp ngoài cùng, không có các electron gần đó để ngăn cản nó. Các nguyên tử cesi cồng kềnh và nặng nề là những tấm bia to lớn cho maser bắn vào. Tuy nhiên, dù nguyên tử cesi khá cồng kềnh thì electron ngoài cùng của nó vẫn di chuyển cực nhanh. Thay vì vài chục hoặc vài ngàn lần, nó đi được tới 9.192.631.770 chu kỳ mỗi giây. Các nhà khoa học đã chọn con số cồng kềnh đó thay vì cắt ở 9.192.631.769 hoặc để tới 9.192.631.771 vì nó ứng với dự đoán tốt nhất của họ cho độ dài một giây vào năm 1955, khi chế tạo đồng hồ cesi đầu tiên. Dù gì đi nữa, 9.192.631.770 hiện đã được ấn định. Nó trở thành định nghĩa đơn vị đo lường cơ bản đầu tiên có khả năng gửi qua email, thậm chí còn giúp tách đơn vị mét khỏi thanh bạch kim tiêu chuẩn sau năm 1960.

Các nhà khoa học đã áp dụng tiêu chuẩn cesi thành phép đo thời gian chính thức của thế giới vào những năm 1960, thay cho định nghĩa giây dựa trên thiên văn học. Dù tiêu chuẩn cesi có lợi cho khoa học nhờ đảm bảo độ chính xác trên toàn thế giới, con người không thể tránh khỏi mất mát. Trước cả người Ai Cập và Babylon cổ đại, con người đã biết xem thiên tượng để theo dõi thời gian và ghi lại những khoảnh khắc quan trọng nhất. Cesi đã cắt đứt liên kết với thiên đàng, xóa bỏ nó chẳng khác gì đèn đường xóa nhòa các chòm sao. Dù chính xác tới mức nào, cesi vẫn không có cảm giác thần thánh của Mặt Trăng hay Mặt Trời. Bên cạnh đó, ngay cả lý do của việc chuyển đổi sang cesi (là tính phổ quát, vì các electron của cesi dao động cùng tần số ở mọi nơi trong vũ trụ) có thể không còn là một sự đánh cược an toàn.

Nếu có gì sâu sắc hơn tình yêu của các nhà toán học dành cho biến số thì đó là tình yêu với hằng số. Điện tích của electron, độ lớn của gia tốc hấp dẫn trên Trái Đất, tốc độ ánh sáng trong chân không không bao giờ thay

đổi, bất kể thí nghiệm gì hay trong hoàn cảnh nào. Nếu chúng thay đổi, độ chính xác vốn tách biệt khoa học tự nhiên với khoa học xã hội như kinh tế học – nơi tính bốc đồng và sự ngu ngốc của con người khiến các quy luật phổ quát trở nên bất khả thi – sẽ không còn nữa.

Đối với giới khoa học, các hằng số cơ bản thậm chí quyến rũ hơn nữa, do sự trừu tượng và phổ quát của chúng. Rõ ràng trị số của kích thước hay tốc độ của hạt sẽ thay đổi nếu chúng ta tùy tiện thay đổi định nghĩa 1 m cho dài thêm hay kilogram bỗng dưng teo đi (e hèm!). Tuy nhiên, các hằng số cơ bản lại không phụ thuộc vào phép đo. Giống như số π, các giá trị này là thuần túy và bất biến; và cũng giống như số π, chúng xuất hiện trong mọi bối cảnh mà khả năng lý giải dường như nằm ngay trước mắt nhưng cũng xa tận chân trời.

Hằng số không thứ nguyên lừng danh nhất là hằng số cấu trúc tế vi, liên quan đến mức độ phân chia tế vi của các electron. Nói một cách ngắn gọn, nó kiểm soát độ lớn của lực hút giữa các electron tích điện âm và hạt nhân tích điện dương. Nó cũng xác định cường độ của một số quá trình xảy ra trong hạt nhân. (Tôi sẽ gọi hằng số cấu trúc tế vi là "alpha" như các nhà khoa học.) Trên thực tế, nếu alpha nhỏ hơn một chút ngay sau Vụ nổ Lớn thì phản ứng hợp hạch tại lõi các ngôi sao sẽ không bao giờ đủ nóng để hợp hạch ra được cacbon. Ngược lại, nếu alpha có giá trị lớn hơn một chút, các nguyên tử cacbon sẽ tan rã từ tám thuở bảy mươi đời trước khi trở thành con người. Alpha đã tránh được "núi đao biển lửa" ở cấp độ hạt nhân. Điều này khiến các nhà khoa học nhẹ nhõm (tất nhiên phải thế rồi) nhưng cũng rất hoang mang vì họ không thể giải thích được nó. Ngay cả nhà vật lý vô thần thâm căn cố đế lừng danh Richard Feynman cũng từng nói về hằng số cấu trúc tế vi như sau: "Tất cả các nhà vật lý lý thuyết giỏi đều dán con số này lên tường và suy tư về nó… Đó là một trong những bí ẩn chết tiệt lớn nhất của vật lý: một con số ma thuật đến với con người nhưng chúng ta lại chẳng hiểu gì về nó. Bạn có thể nói rằng "bàn tay của Chúa" đã viết lên con số đó, nhưng chúng tôi không biết Ngài đưa bút bằng cách nào."

Điều đó không ngăn được nỗ lực giải mã thông điệp này. Nhà thiên văn học người Anh Arthur Eddington (người đã cung cấp bằng chứng thực nghiệm

đầu tiên về Thuyết Tương đối Rộng trong lần nhật thực năm 1919) vô cùng say mê alpha. Eddington có khuynh hướng (hay nói đúng hơn là tài năng) tìm về thần số học*. Vào đầu thế kỷ 20, sau khi giá trị của alpha được đo vào khoảng 1/136, Eddington bắt đầu bày ra các "bằng chứng" chứng minh giá trị chính xác của alpha là 1/136, phần vì ông đã tìm thấy một liên kết toán học giữa 136 và 666. (Một đồng nghiệp đã mỉa mai đề nghị viết lại Sách Khải Huyền để bổ sung "phát hiện" này.) Khi các phép đo sau đó cho thấy alpha có giá trị xấp xỉ 1/137, Eddington chỉ ném thêm 1 vào chỗ nào đó trong công thức của ông và tiếp tục như thể lâu đài cát của mình vẫn đứng vững (mang lại cho ông biệt danh bất tử Arthur Cộng-thêm-Một[1]). Trong một lần chạm trán Eddington tại phòng gửi áo ở Stockholm, một người bạn khó chịu khi thấy ông khăng khăng treo mũ của mình lên móc số 137.

[1]. Nguyên văn là "Adding-one". Từ này phát âm gần giống với "Eddington". (BTV)

Ngày nay alpha có giá trị (hoặc xấp xỉ) là 1/137,0359. Dù gì đi nữa, giá trị của nó làm cho bảng tuần hoàn trở nên khả dĩ. Nó cho phép các nguyên tử tồn tại, và cũng giúp chúng phản ứng đủ mạnh để tạo thành hợp chất vì các electron không "lang thang" quá xa hạt nhân nhưng cũng không níu kéo quá chặt. Sự cân bằng vừa phải này đã khiến nhiều nhà khoa học kết luận rằng hằng số cấu trúc tế vi của vũ trụ không thể tình cờ mà có. Cụ thể hơn, các nhà thần học cho rằng alpha là bằng chứng cho việc một nhà sáng tạo đã "lập trình" vũ trụ để tạo ra phân tử và cả sự sống. Đó là lý do tại sao đây là một vấn đề lớn vào năm 1976 khi nhà khoa học Alexander Shlyakhter nghiên cứu kỹ địa điểm Oklo kỳ quái ở châu Phi và tuyên bố rằng: alpha – một hằng số cơ bản và bất biến của vũ trụ – đang ngày càng lớn hơn.

Oklo là một điều kỳ diệu tầm cỡ thiên hà: lò phản ứng phân hạch *tự nhiên* duy nhất từng tồn tại mà ta biết. Nó được hình thành khoảng 1,7 tỷ năm trước và khi các thợ khai mỏ Pháp khai quật địa điểm này vào năm 1972, nó đã làm chấn động giới khoa học. Một số nhà khoa học lập luận rằng Oklo không thể xảy ra, trong khi một số nhóm khác coi Oklo như là "bằng chứng" cho các lý thuyết con cưng kỳ lạ như các nền văn minh châu Phi đã mất từ lâu hay các tai nạn của tàu vũ trụ chạy bằng năng lượng hạt nhân

ngoài hành tinh. Trên thực tế, như các nhà khoa học hạt nhân xác định, nguồn cấp năng lượng Oklo chỉ có urani, nước và vi khuẩn lam (tức váng ao). Thực vậy. Tảo ở một con sông gần Oklo đã tạo ra lượng oxy dư thừa sau khi quang hợp. Oxy khiến nước có tính axit mạnh đến nỗi hòa tan urani trong lớp đá nền khi chảy trong lòng đất. Urani ngày đó chứa lượng đồng vị U-235 (nguyên liệu dùng để tạo bom) là 3%, giàu hơn so với mức chỉ 0,7% ngày nay. Loại nước này rất giàu U-235; khi vi khuẩn lam lọc nước, urani tập trung tại một điểm và đạt được khối lượng tới hạn.

Nhưng khối lượng tới hạn chỉ là điều kiện cần chứ chưa đủ. Để phản ứng phân hạch dây chuyền xảy ra, hạt nhân urani không chỉ cần bị neutron "tấn công" mà chúng còn phải hấp thụ các neutron. Khi urani tinh khiết phân hạch, hạt nhân bắn ra các neutron "nhanh" bật vào các hạt bên cạnh (giống như những viên đá lướt trên mặt nước). Về cơ bản, đó là những neutron vô dụng. Urani ở Oklo đạt được phản ứng phân hạch dây chuyền vì nước sông đã làm chậm neutron xuống đủ để các hạt nhân lân cận hấp thụ chúng. Không có nước, phản ứng sẽ không bao giờ xảy ra.

Nhưng chưa hết. Phản ứng phân hạch hiển nhiên là sinh nhiệt; và khi urani nóng lên, nó đã đun sôi nước. Không có nước, các neutron trở nên quá nhanh để hấp thụ và quá trình dừng lại. Đó là lý do không tồn tại một miệng hố lớn ở châu Phi ngày nay. Chỉ khi urani nguội đi, nước chảy trở lại và neutron chậm lại thì lò phản ứng mới tái khởi động. Đây là một mạch nước phun Old Faithful phiên bản hạt nhân tự điều hòa, và nó đã tiêu thụ gần sáu tấn urani trong hơn 150.000 năm tại mười sáu địa điểm quanh Oklo, với chu kỳ bật/ tắt 150 phút.

Làm thế nào mà sau 1,7 tỷ năm các nhà khoa học lại xâu chuỗi được chuyện này? Chính là nhờ các nguyên tố hóa học. Các nguyên tố được trộn kỹ trong vỏ Trái Đất, nên tỷ lệ của các đồng vị của cùng nguyên tố phải giống nhau ở mọi nơi. Tại Oklo, nồng độ U-235 thấp hơn bình thường từ 0,003 đến 0,3% – một sự khác biệt rất lớn. Nhưng điều khẳng định Oklo là một nhà máy điện hạt nhân tự nhiên chứ không phải là tàn dư từ hoạt động buôn lậu của khủng bố là sự thừa thãi của các nguyên tố vô dụng như neodymi. Neodymi chủ yếu tồn tại ở ba dạng đồng vị với nguyên tử khối chẵn là Nd-142, Nd-144 và Nd-146. Lò phản ứng phân hạch urani tạo ra

các đồng vị neodymi có nguyên tử khối lẻ với tỷ lệ cao hơn bình thường. Trên thực tế, khi các nhà khoa học phân tích nồng độ neodymi tại Oklo và loại trừ neodymi tự nhiên, họ đã phát hiện ra rằng "dấu ấn hạt nhân" của Oklo trùng hợp với lò phản ứng phân hạch nhân tạo hiện đại. Thật đáng kinh ngạc.

Tuy nhiên, neodymi trùng hợp còn các nguyên tố khác thì không. Khi Shlyakhter so sánh chất thải hạt nhân của Oklo với chất thải hiện đại vào năm 1976, ông phát hiện ra rằng một số đồng vị của samari hình thành quá ít. Bản thân vấn đề này không quá quan trọng, nhưng các quá trình hạt nhân thường xuyên đem lại cùng kết quả nên các nguyên tố như samari không chỉ đơn giản là "quên" hình thành. Vấn đề samari này đã gợi ý cho Shlyakhter rằng đã có điều gì đó chưa đúng. Với một bước táo bạo, ông tính toán rằng nếu hằng số cấu trúc tế vi chỉ nhỏ hơn một chút khi Oklo xảy ra các phản ứng hạt nhân thì sự khác biệt rất dễ giải thích. Chính ông cũng không rõ nguyên nhân, chỉ biết là nó giải thích được (giống như trường hợp nhà vật lý Ấn Độ Bose với các phương trình photon "sai"). Vấn đề nằm ở chỗ alpha là một hằng số cơ bản. Về mặt vật lý, nó *không thể* thay đổi. Tồi tệ hơn với một số người là, nếu alpha thay đổi thì tức là không ai (hay nói đúng hơn là không Đấng Sáng Tạo nào) "tinh chỉnh" nó để tạo ra sự sống.

Với rất nhiều nghi vấn, nhiều nhà khoa học từ năm 1976 đã nghiên cứu và tìm cách giải thích lại về mối liên kết alpha-Oklo.

Những thay đổi mà họ đo được rất nhỏ và thông tin về địa chất sau 1,7 tỷ năm lại quá rời rạc, dường như sẽ không ai chứng minh được bất cứ điều gì rõ ràng về alpha từ dữ liệu của Oklo. Nhưng một lần nữa, ta lại không nên đánh giá thấp giá trị của việc đưa ra các ý tưởng. Nghiên cứu về samari của Shlyakhter đã kích thích hàng chục nhà vật lý đầy tham vọng muốn loại bỏ các lý thuyết cũ; và nghiên cứu về sự thay đổi của các hằng số hiện đang là một lĩnh vực sôi động. Một cú hích cho các nhà khoa học này là sự thừa nhận dù alpha thay đổi rất ít "chỉ sau" 1,7 tỷ năm, nó có thể đã thay đổi nhanh chóng trong một tỷ năm đầu tiên của vũ trụ – thời kỳ hỗn loạn nguyên thủy. Trên thực tế, sau khi điều tra các hệ thống chuẩn tinh và

các đám mây bụi liên sao, một số nhà thiên văn học Úc* tuyên bố họ đã phát hiện ra bằng chứng thực sự đầu tiên về sự bất định.

Chuẩn tinh là những lỗ đen xé toạc và nuốt chửng những ngôi sao khác, giải phóng rất nhiều năng lượng ánh sáng từ sự điên cuồng này. Khi các nhà thiên văn thu thập ánh sáng đó, hình ảnh mà họ nhìn thấy không phải của hiện tại mà là các sự kiện đã diễn ra từ rất, rất lâu (vì ánh sáng cần có thời gian để vượt qua vũ trụ). Những nhà khoa học người Úc nọ đã kiểm tra các ảnh hưởng của cơn bão bụi liên sao khổng lồ lên đường đi của ánh sáng từ chuẩn tinh cổ đại. Khi ánh sáng đi qua đám mây bụi, các nguyên tố ở thể khí trong đám mây sẽ hấp thụ nó. Nhưng không hấp thụ tất cả ánh sáng giống như vật chắn sáng, các nguyên tố trong đám mây hấp thụ ánh sáng ở các tần số cụ thể. Hơn nữa, tương tự đồng hồ nguyên tử, ánh sáng mà các nguyên tố này hấp thụ không phải chỉ thuộc một mà là hai phổ màu được tách ra rất tinh tế.

Những nhà khoa học Úc không may mắn lắm với một số nguyên tố trong các đám mây bụi: chúng sẽ chẳng phản ứng dù alpha có dao động mỗi ngày. Vì vậy, họ đã mở rộng tìm kiếm sang các nguyên tố vốn rất nhạy cảm với alpha như crom. Với trị số của alpha trong quá khứ càng nhỏ, ánh sáng mà crom hấp thụ càng đỏ và khoảng trống giữa hai phổ màu – được biểu diễn bằng mức năng lượng sol thăng và sol giáng – càng hẹp. Bằng cách phân tích khoảng trống giữa hai phổ màu mà crom và các nguyên tố khác tạo ra gần các chuẩn tinh hàng tỷ năm trước và so sánh với giá trị trong phòng thí nghiệm ngày nay của các nguyên tố tương ứng, các nhà khoa học có thể đánh giá liệu alpha có thay đổi hay không. Như mọi nhà khoa học – đặc biệt là những người đề xuất điều gây tranh cãi – nhóm người Úc phòng thủ và che giấu những phát hiện của mình bằng ngôn ngữ khoa học kiểu “những phát hiện này chỉ phù hợp với giả thuyết nọ”. Tuy nhiên, họ thực sự nghĩ rằng các phép đo siêu tinh tế ấy chứng minh alpha đã thay đổi đến 0,001% trong mười tỷ năm.

Thành thật mà nói, đó có vẻ là một con số nhỏ tới nực cười để phải tranh cãi (như kiểu Bill Gates phải tranh giành đồng xu trên vỉa hè). Nhưng độ lớn của sự thay đổi không quan trọng bằng *khả năng* một hằng số cơ bản thay đổi.* Nhiều nhà khoa học tranh cãi về kết quả từ Úc. Nhưng nếu nó

đúng – hoặc bất kỳ nhà khoa học nào nghiên cứu về sự thay đổi của hằng số chứng minh được – thì các nhà khoa học có thể sẽ phải nghĩ lại về Vụ nổ Lớn, bởi các định luật của vũ trụ mà họ biết sẽ biến đổi so với lúc đầu.* Nếu quả thật alpha không còn là hằng số mà trở thành biến số thì nó sẽ lật đổ nền vật lý Einstein giống như cách Einstein hạ bệ Newton, và Newton phế truất vật lý kinh viện Trung đại. Và một biến alpha cũng có thể cách mạng hóa cách các nhà khoa học tìm dấu hiệu của sự sống trong vũ trụ (sẽ thảo luận trong phần tiếp theo).

Chúng ta đã nhắc đến Enrico Fermi trong một hoàn cảnh khá buồn: ông chết vì ngộ độc beri sau một số thí nghiệm nguy hiểm và giành giải Nobel nhờ các nguyên tố siêu urani mà ông không hề tìm ra. Nhưng tôi sẽ thật tệ nếu khiến cho độc giả có ấn tượng xấu về nhà khoa học kiệt xuất này. Giới khoa học toàn cầu vẫn luôn yêu quý Fermi mà không hề e ngại. Tên ông được đặt cho nguyên tố thứ 100 (fermi) và ông được xem là nhà khoa học lý thuyết kiêm thực nghiệm vĩ đại cuối cùng – người mà bạn có thể bắt gặp tay vừa bám đầy dầu mỡ từ máy móc và vừa đầy phấn trắng vì viết bảng. Đầu óc ông vô cùng nhanh nhạy. Trong các cuộc họp, đôi khi các đồng nghiệp phải chạy về văn phòng để tìm lại các phương trình bí mật nhằm giải quyết một số vấn đề. Thường khi họ quay lại thì Fermi sốt ruột đã suy được toàn bộ phương trình và tính ra đáp án họ cần rồi. Một lần, ông yêu cầu cấp dưới đo xem bụi trên các cửa sổ bẩn nổi tiếng trong phòng thí nghiệm dày khoảng bao nhiêu milimet trước khi chúng bắt đầu rơi xuống sàn nhà bởi trọng lượng của chính mình. Lịch sử không ghi lại câu trả lời, mà chỉ có câu hỏi tinh quái này.*

Tuy nhiên, ngay cả Fermi cũng phải vò đầu bứt tai khi gặp câu hỏi đơn giản nhưng đầy ám ảnh này. Như đã đề cập ở phần trước, nhiều nhà triết học lấy làm ngạc nhiên rằng vũ trụ dường như được tinh chỉnh để tạo ra sự sống bởi một số hằng số cơ bản có giá trị "hoàn hảo". Hơn nữa, các nhà khoa học từ lâu đã đinh ninh (theo lối tư duy mà họ tin định nghĩa về giây không nên dựa vào quỹ đạo Trái Đất) rằng Trái Đất chẳng phải là ngoại lệ trong vũ trụ. Sự bình thường đó cùng hằng hà sa số các ngôi sao và hành tinh, trong thời gian tưởng như vô tận kể từ Vụ nổ Lớn (bỏ qua mọi vấn đề tôn giáo lằng nhằng), vũ trụ đáng lẽ phải tràn đầy sự sống. Tuy nhiên, chúng ta không chỉ chưa từng gặp các sinh vật ngoài hành tinh mà còn chưa

từng nhận được một lời chào nào. Khi nghiền ngẫm về những sự thật mâu thuẫn đó vào một bữa trưa, Fermi đã gào lên với các đồng nghiệp: “Vậy họ đang ở đâu?”, như thể trông đợi một ai đó đáp lại.

Các đồng nghiệp đã phá lên cười trước cái mà bây giờ được gọi là “Nghịch lý Fermi”. Nhưng phần còn lại của giới khoa học vẫn nghiêm túc xem xét câu hỏi của Fermi, và họ thực sự tin rằng có thể tìm ra câu trả lời. Nỗ lực đáng kể nhất là vào năm 1961, khi nhà vật lý thiên văn Frank Drake đưa ra cái mà hiện nay được gọi là Phương trình Drake. Giống như Nguyên lý Bất định, Phương trình Drake bị một loạt cách diễn giải che phủ thực chất vấn đề. Nói ngắn gọn, nó đưa ra một loạt dự đoán: có bao nhiêu ngôi sao tồn tại trong thiên hà; trong đó có bao nhiêu hành tinh giống Trái Đất; bao nhiêu trong các hành tinh giống Trái Đất đó có sự sống thông minh; bao nhiêu trong các dạng sống đó muốn liên lạc… Tính toán ban đầu của Drake* cho rằng trong thiên hà của chúng ta tồn tại mười nền văn minh biết giao tiếp. Nhưng đó vẫn chỉ là phỏng đoán và nhiều nhà khoa học chỉ coi đó như là một triết lý tự đại. Làm thế nào người Trái Đất có thể phân tích tâm lý người ngoài hành tinh và tìm ra phần trăm những người muốn trò chuyện?

Tuy nhiên, Phương trình Drake rất quan trọng: nó đề ra các dữ liệu mà giới thiên văn học cần thu thập, và nó đặt ra nền tảng khoa học cho ngành sinh học vũ trụ. Có lẽ ngày nào đó chúng ta sẽ nhìn nó giống như khi xem lại những nỗ lực sắp xếp các nguyên tố trong bảng tuần hoàn trước đây. Và với những cải tiến lớn gần đây trong kính thiên văn và các thiết bị đo lường bầu trời khác, các nhà sinh học vũ trụ có công cụ để không phải chỉ đoán nữa. Trên thực tế, Kính thiên văn vũ trụ Hubble và các thiết bị khác đã gợi được rất nhiều thông tin từ rất ít dữ liệu, nên các nhà sinh học vũ trụ hiện nay có thể vượt qua Drake. Họ không cần chờ đợi sinh vật ngoài hành tinh thông minh tìm đến chúng ta, hoặc lùng sục không gian sâu thẳm để kiếm tìm một Vạn Lý Trường Thành ngoài hành tinh. Họ có thể đo đạc bằng chứng trực tiếp về sự sống – ngay cả là sự sống không có trí tuệ như các loài thực vật kỳ lạ hay vi khuẩn thối rữa – bằng cách tìm kiếm các nguyên tố như magie.

Rõ ràng không quan trọng bằng oxy hay cacbon, nhưng nguyên tố thứ 12 có thể đã giúp ích rất nhiều cho các sinh vật nguyên thủy để chúng chuyển từ các phân tử hữu cơ sang dạng sống thực thụ. Hầu hết dạng sống sử dụng các nguyên tố kim loại với hàm lượng rất ít để tạo, lưu trữ hoặc luân chuyển các phân tử quan trọng bên trong chúng. Động vật chủ yếu sử dụng sắt trong huyết sắc tố, nhưng những dạng sống sớm nhất và thành công nhất – đặc biệt là vi khuẩn lam – lại dùng magie. Cụ thể, chất diệp lục (có lẽ là chất hữu cơ quan trọng nhất trên Trái Đất vì nó thúc đẩy quá trình quang hợp, chuyển đổi năng lượng ánh sáng thành đường – nền tảng của chuỗi thức ăn) chứa các ion magie ở trung tâm. Magie trong động vật giúp ADN hoạt động đúng cách.

Trầm tích magie trên các hành tinh cũng cho thấy sự hiện diện của nước lỏng – môi trường khả thi nhất cho sự sống phát sinh. Các hợp chất magie hút nước, nên ngay cả các hành tinh đá khô cằn như Sao Hỏa cũng vẫn có hy vọng tìm thấy vi khuẩn (hoặc vi khuẩn hóa thạch) trong trầm tích kiểu đó. Trên các tinh cầu có nước (giống như vệ tinh Europa của Sao Mộc – một ứng cử viên tuyệt vời cho sự sống ngoài Trái Đất trong Hệ Mặt Trời), magie giúp giữ các đại dương ở dạng lỏng. Bề mặt Europa có lớp băng dày, nhưng các đại dương lỏng khổng lồ vẫn phát triển mạnh ở dưới băng. Bằng chứng vệ tinh cho thấy những đại dương đó chứa đầy muối magie. Giống như bất kỳ chất tan nào, muối magie hạ điểm đóng băng của nước. Nhờ đó, nước lỏng tồn tại ở nhiệt độ thấp hơn. Muối magie cũng khuấy động núi lửa băng ở đá đáy đại dương, khiến thể tích nước chứa chúng tăng lên. Áp lực tăng lên từ sự gia tăng thể tích đã tiếp thêm năng lượng cho các núi lửa băng phun ra nước lợ và khuấy động các tầng sâu của đại dương. (Áp lực cũng làm vỡ bề mặt băng, khiến chúng rơi vào nước. Điều này rất tốt vì các bong bóng trong băng rất quan trọng trong việc tạo ra sự sống.) Ngoài ra, các hợp chất magie (cùng các hợp chất khác) có thể cung cấp nguyên liệu thô để tạo ra sự sống bằng cách "ăn mòn" các chất giàu cacbon từ đáy đại dương. Ngoài việc hạ cánh tàu thăm dò để thấy các dạng thực vật kỳ lạ, việc phát hiện ra muối magie trên một hành tinh khô cằn và không có không khí chính là dấu hiệu tốt cho thấy một chu trình sinh học có thể đang diễn ra.

Nhưng ta hãy cứ cho rằng Europa là một nơi cằn cỗi. Mặc dù cuộc săn lùng sự sống ngoài hành tinh nơi xa ngày càng phức tạp hơn về mặt công nghệ, nó vẫn dựa trên một giả định rất lớn: các định luật khoa học nghiệm đúng trên Trái Đất vẫn tiếp tục nghiệm đúng trong các thiên hà khác và tại các thời điểm khác. Nhưng nếu alpha biến thiên theo thời gian, hậu quả cho sự sống ngoài hành tinh tiềm năng có thể là rất lớn. Trong lịch sử, chỉ đến khi alpha đủ "thoải mái" để cho phép các nguyên tử cacbon bền hình thành thì sự sống mới hình thành mà không cần đến một Đấng Sáng Tạo. Và bởi Einstein xác định rằng không-thời gian là một phạm trù thống nhất, một số nhà vật lý tin rằng nếu alpha biến đổi được theo thời gian thì cũng biến đổi theo không gian. Theo lý thuyết này, cũng như sự sống xuất hiện trên Trái Đất mà không phải Mặt Trăng vì ở Trái Đất có nước và khí quyển, có lẽ sự sống nảy sinh trên Trái Đất – một hành tinh ngẫu nhiên trong một không gian dường như chẳng có gì nổi bật – bởi chỉ ở đây mới có điều kiện thích hợp cho các nguyên tử bền tồn tại và tạo ra các phân tử hoàn chỉnh. Điều này giải đáp Nghịch lý Fermi một cách rõ ràng: không có ai ngoài vũ trụ gửi lời chào Trái Đất vì ngoài đó vốn chẳng có ai cả.

Tại thời điểm này, bằng chứng có khuynh hướng ngả về tính thông thường của Trái Đất. Và dựa trên sự nhiễu loạn hấp dẫn của các ngôi sao xa xôi, các nhà thiên văn học hiện nay biết đến hàng ngàn hành tinh, làm tăng khả năng tìm thấy sự sống. Tuy nhiên, cuộc tranh luận lớn trong ngành sinh học vũ trụ sẽ là quyết định liệu Trái Đất (nói rộng ra là con người) có thực sự đặc biệt trong vũ trụ hay không. Săn lùng sự sống ngoài hành tinh sẽ cần tất cả tri thức đo đạc của con người, có thể cùng với cả một số ô bị bỏ qua trên bảng tuần hoàn. Tất cả những gì ta biết là nếu một nhà thiên văn học hướng kính thiên văn lên một cụm sao xa xôi đêm nay và tìm thấy bằng chứng không thể chối bỏ của sự sống (dù chỉ là các vi sinh vật) thì đó sẽ là phát hiện quan trọng nhất từ trước đến nay: chứng minh rằng loài người không phải quá đặc biệt. Chỉ là chúng ta tồn tại, có thể hiểu và thực hiện những khám phá như vậy mà thôi.

Chương 19
Những thứ nằm ngoài bảng tuần hoàn

87	85	99	89	49
Fr	At	Es	Ac	In
223	210	(252)	227	114,818

Có một câu hỏi hóc búa hiện ra ở gần rìa của bảng tuần hoàn. Các nguyên tố phóng xạ mạnh luôn luôn hiếm; nên theo trực giác, bạn sẽ cho rằng nguyên tố kém bền nhất cũng là khan hiếm nhất. Và franci siêu kém bền – nguyên tố có nguyên tử bị xóa sổ nhanh và triệt để nhất mỗi khi xuất hiện trong vỏ Trái Đất – thực sự rất hiếm. Franci tan biến nhanh hơn bất kỳ nguyên tố tự nhiên nào khác, nhưng một nguyên tố thậm chí còn hiếm hơn cả thế. Nó là một nghịch lý, và để giải quyết nó đòi hỏi phải bỏ qua giới hạn an toàn của bảng tuần hoàn. Nó đặt ra cho các nhà vật lý hạt nhân một "Tân Thế Giới" khác để chinh phục: "hòn đảo bền" – hy vọng sáng sủa nhất và có lẽ là duy nhất để mở rộng bảng tuần hoàn ra khỏi giới hạn hiện tại.

Như chúng ta đã biết, 90% nguyên tử trong vũ trụ là hydro và 10% còn lại là heli. Mọi thứ khác (gồm cả Trái Đất nặng 6×10^{24} kg này) hoàn toàn chẳng đáng kể. Và trong 6×10^{24} kg đó, tổng lượng atatin – nguyên tố tự nhiên hiếm nhất – chỉ có khoảng 28 g, ít tới mức kỳ quặc. Để hình dung một cách (hơi) dễ hiểu, hãy tưởng tượng rằng bạn để chiếc Buick Astatine trong một nhà để xe rộng lớn và không biết nó ở đâu. Hãy tưởng tượng sự tẻ nhạt khi đi qua từng hàng, từng tầng, từng ô để tìm xe. Để giống quá trình tìm nguyên tử atatin trên Trái Đất, nhà để xe đó phải rộng khoảng 100 triệu ô đỗ, dài 100 triệu hàng và cao 100 triệu tầng. Có tới 160 nhà để xe như vậy, và chỉ có duy nhất một chiếc Astatine. Thôi thì đi bộ về nhà cho nhanh.

Nếu atatin hiếm tới mức như vậy thì thắc mắc về việc các nhà khoa học rút ra con số này thế nào cũng là dễ hiểu. Câu trả lời là họ đã dùng chút mánh khóe. Mọi nguyên tử atatin ở Trái Đất trước đây đã phân rã phóng xạ từ lâu, nhưng các nguyên tố phóng xạ khác đôi khi cũng phân rã alpha hoặc

beta để tạo thành atatin. Biết tổng số các nguyên tố sẽ phân rã thành atatin (thường là các nguyên tố gần urani) và tính toán tỷ lệ mà mỗi nguyên tố trong đó phân rã, các nhà khoa học có thể đưa ra một số con số hợp lý cho lượng nguyên tử atatin tồn tại. Điều này cũng áp dụng được với các nguyên tố khác. Luôn có ít nhất 550 đến 850 g franci (hàng xóm rất gần atatin trên bảng tuần hoàn) tồn tại ở bất kỳ thời điểm nào.

Thật thú vị, cùng lúc đó atatin lại bền hơn franci rất nhiều. Một triệu nguyên tử atatin ở dạng đồng vị bền nhất sẽ bán rã sau 400 phút. Cùng lượng nguyên tử franci (cũng bền nhất) như vậy chỉ cầm cự được 20 phút. Franci cực kém bền nên cũng rất vô dụng. Và dù lượng nguyên tử franci trên Trái Đất cũng (vừa) đủ để các nhà hóa học phát hiện trực tiếp, nhưng không ai gom được đủ các nguyên tử franci để tạo ra một mẫu có thể nhìn được bằng mắt. Nếu làm vậy, tính phóng xạ cực mạnh của nó sẽ giết chết họ ngay lập tức. (Kỷ lục tập hợp hiện tại là 300.000 nguyên tử franci.)

Sẽ không ai tạo ra được một mẫu atatin có thể nhìn thấy bằng mắt, nhưng ít nhất nó cũng áp dụng được vào một số lĩnh vực, như là một đồng vị phóng xạ có tác dụng nhanh trong y học. Trên thực tế, sau khi các nhà khoa học (đứng đầu là ông bạn cũ Emilio Segrè của chúng ta) xác định được atatin vào năm 1939, họ đã tiêm một mẫu vào chuột lang để nghiên cứu. Do atatin nằm ngay dưới iốt trên bảng tuần hoàn nên nó hoạt động hóa học trong cơ thể giống như iốt, được tuyến giáp của con vật này lọc và tích lũy. Atatin hiện là nguyên tố duy nhất được xác nhận tồn tại bởi một động vật không thuộc bộ linh trưởng.

Sự tương hỗ kỳ lạ giữa atatin và franci bắt đầu từ hạt nhân. Giống như mọi nguyên tử, không gian trong hạt nhân của chúng là lãnh địa của hai lực: lực hạt nhân mạnh (luôn hút) và lực tĩnh điện (cả đẩy và hút). Dù mạnh nhất trong số bốn lực cơ bản của tự nhiên, phạm vi tương tác của lực hạt nhân mạnh lại nhỏ đến lố bịch – như chi trước của khủng long bạo chúa Tyrannosaurus Rex so với cơ thể nó vậy. Nếu khoảng cách giữa các hạt lớn hơn vài femtomet thì lực hạt nhân mạnh cũng "bất lực". Vì lý do đó, nó hiếm khi phát huy tác dụng bên ngoài hạt nhân và lỗ đen. Nhưng trong phạm vi tương tác của mình, nó mạnh hơn lực điện từ tới 100 lần. Đây là

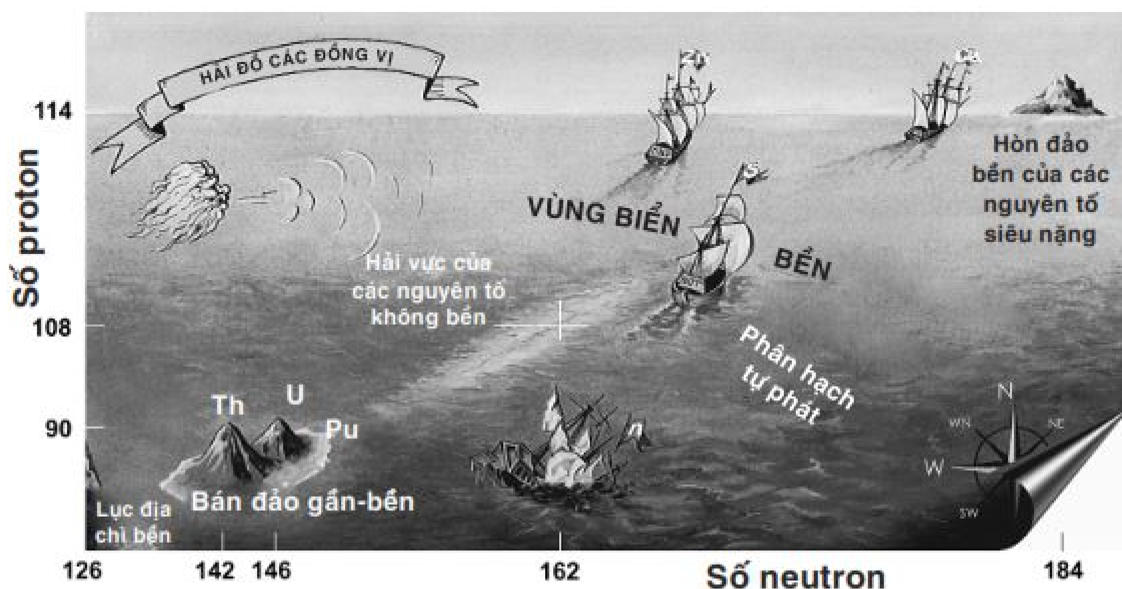
một điều tốt, bởi nó giữ cho các proton và neutron co cụm với nhau thay vì để cho lực điện từ xé tan hạt nhân.

Khi ở kích thước hạt nhân như của atatin và franci, lực hạt nhân mạnh đã chạm phải giới hạn của phạm vi tương tác, khiến việc liên kết tất cả proton và neutron với nhau trở nên khó khăn. Franci có 87 proton và chúng không hề muốn dính líu với nhau. Hơn 130 neutron làm "đệm" tốt cho các proton tích điện dương, nhưng lại khiến kích thước hạt nhân lớn tới mức lực hạt nhân mạnh không thể tương tác trong toàn bộ hạt nhân để xua tan "bất hòa". Điều này khiến hạt nhân franci (và tương tự là atatin) cực kém bền. Ngoài ra, càng nhiều proton thì hiệu ứng đẩy của lực điện từ giữa chúng càng mạnh, nên các nguyên tử nặng hơn franci càng kém bền hơn thế.

Điều này chỉ đúng một phần. Hãy nhớ rằng Maria Goeppert- Mayer (Một bà mẹ ở S.D đoạt giải Nobel) đã phát triển một lý thuyết về các nguyên tố "kỳ diệu" cực bền với nguyên tử có 2, 8, 20, 28… proton (hoặc neutron) rất bền. Số lượng proton (hoặc neutron) khác như 92 cũng tạo thành các hạt nhân nhỏ gọn và khá bền – khi lực hạt nhân mạnh phạm vi ngắn có thể nắm chắc các proton. Đó là lý do urani bền hơn atatin hay franci, dù nó nặng hơn. Khi bạn đi qua tuần tự từng ô của bảng tuần hoàn, sự đấu đá giữa lực hạt nhân mạnh và lực điện từ sẽ khiến bạn liên tưởng đến bảng báo giá chứng khoán dày đặc sắc đỏ với xu hướng giảm dần về độ ổn định, nhưng vẫn không thiếu những biến động nhỏ khi một lực tỏ ra trội hơn lực còn lại.*

Dựa trên mô hình phổ biến này, các nhà khoa học cho rằng vòng đời của các nguyên tố nặng hơn urani sẽ tiệm cận tới 0. Nhưng khi họ tiến tới các nguyên tố siêu nặng trong những năm 1950 và 1960, một điều bất ngờ đã xảy ra. Về lý thuyết, các con số kỳ diệu kéo dài cho đến vô tận, và hóa ra có một hạt nhân gần-bền sau urani: nguyên tố thứ 114. Và thay vì chỉ bền hơn một chút, các nhà khoa học tại Đại học California ở Berkeley (còn ở đâu được nữa?) tính toán rằng nguyên tố thứ 114 bền hơn khoảng mười nguyên tố nặng trước nó rất nhiều lần. Với tuổi thọ ngắn đến mức đáng buồn của các nguyên tố nặng (dài nhất là vài micro giây), đây là một ý tưởng phi lý, táo bạo. Việc gói ghém các neutron và proton trong hầu hết nguyên tố nhân tạo cũng giống đóng gói chất nổ, vì hạt nhân có thể "nổ"

bất cứ lúc nào. Tuy nhiên, với nguyên tố 114, việc nhồi thêm "thuốc nổ" proton và neutron dường như lại khiến "quả bom nọ" *ổn định*hơn. Thật kỳ lạ, các nguyên tố như 112 và 116 dường như (ít nhất là trên giấy tờ) cũng được hưởng lợi nhờ ở gần nguyên tố thứ 114. Việc tồn tại xung quanh con số bán-kỳ-diệu đó cũng đủ làm chúng "bình tĩnh" lại. Các nhà khoa học bắt đầu gọi cụm nguyên tố này là "hòn đảo bền".



Một bản đồ kỳ lạ của "hòn đảo bền" huyền thoại: một cụm nguyên tố siêu nặng mà các nhà khoa học hy vọng cho phép họ mở rộng bảng tuần hoàn vượt xa giới hạn hiện tại. Lưu ý: lục địa chì bền (Pb) ở phần chính của bảng tuần hoàn, hải vực của các nguyên tố không bền; các đỉnh nhỏ gần-bền là thori và urani trước khi tiến ra khơi xa. (Yuri Oganessian, Viện liên hợp nghiên cứu hạt nhân Dubna, Nga)

Bị mê hoặc bởi phép ẩn dụ của chính mình và tự coi mình như những nhà thám hiểm dũng cảm, các nhà khoa học chuẩn bị cho việc chinh phục hòn đảo. Họ nói về việc tìm kiếm "thành phố Atlantis" của các nguyên tố, một số người thậm chí còn vẽ "hải đồ" ám vàng cho vùng biển nguyên tố chưa biết đến. (Như thủy thủ ngày xưa, thiếu điều còn vẽ cả thủy quái lên đó). Và suốt nhiều thập kỷ, những nỗ lực vươn tới hòn đảo bền của các nguyên tố siêu nặng đã tạo nên một trong những lĩnh vực vật lý thú vị nhất. Các nhà khoa học vẫn chưa tiếp cận được hòn đảo đó (để có được các nguyên

tố thực sự bền – với con số kỳ diệu kép cho cả proton và neutron – họ cần tìm ra cách thêm neutron vào các nguyên tố mục tiêu của mình), nhưng họ đã tới vùng nước nông và đang chèo thuyền quanh để tìm nơi cập bến.

Tất nhiên một hòn đảo bền luôn kéo theo một dải ngập bền và franci nằm chính giữa dải này. Nguyên tố thứ 87 bị kẹt giữa một hạt nhân kỳ diệu (ô thứ 82) và một hạt nhân gần-bền (ô thứ 92); điều này rất dễ khiến neutron và proton của nó "bỏ thuyền chạy lấy hạt". Do nền tảng cấu trúc hạt nhân, franci tội nghiệp không chỉ là nguyên tố tự nhiên kém bền nhất, mà còn kém bền hơn mọi nguyên tố nhân tạo tính đến nguyên tố 104: rutherfordi. Nếu tồn tại một "rãnh của tính không bền" thì franci chắc đang chết đuối dưới đáy Mariana.

Tuy nhiên, nó vẫn nhiều hơn atatin. Tại sao? Bởi nhiều nguyên tố phóng xạ quanh urani lại phân rã thành franci. Nhưng thay vì phân rã alpha và chuyển đổi thành atatin thông qua việc mất hai proton, hơn 99,9% trường hợp franci lại quyết định giảm áp lực trong hạt nhân bằng phân rã beta và trở thành radi. Radi sau đó trải qua một loạt phân rã alpha và nhảy cóc qua đầu atatin. Nói cách khác, con đường phân rã của nhiều nguyên tử đã chọn franci làm trạm dừng chân ngắn, tạo ra từ 550 đến 850 g nguyên tố này. Cùng lúc đó, franci thu hút các nguyên tử khỏi atatin, nên atatin càng hiếm. Câu hỏi hóc búa đã được giải đáp.

Chúng ta đã khám phá được rãnh của tính kém bền, còn hòn đảo bền thì sao? Khả năng các nhà hóa học tổng hợp được mọi nguyên tố đến con số kỳ diệu lớn là rất đáng ngờ. Nhưng họ có thể tổng hợp một nguyên tố bền như 114[1] rồi 126 và đi từ đó. Một số nhà khoa học cũng tin rằng việc thêm electron vào các nguyên tử siêu nặng có thể giúp hạt nhân của chúng bền hơn: các electron có thể đóng vai trò như giảm xóc và nhíp để hấp thụ năng lượng mà nguyên tử giải phóng khi phân rã. Nếu điều này đúng thì việc tổng hợp các nguyên tố trong khoảng 140, 160 và 180 là có thể. Hòn đảo bền sẽ trở thành một quần đảo. Những đảo bền sẽ cách xa nhau hơn, nhưng các nhà khoa học hẳn có thể vượt qua những khoảng khá lớn trên quần đảo tuần hoàn mới (cũng giống như những người chèo xuồng ở Polynesia vậy).

[1]. Nguyên tố thứ 114 hiện nay đã xuất hiện trên bảng tuần hoàn. Nguyên tố này được tạo ra tại Viện liên hợp nghiên cứu hạt nhân Dubna vào năm 1998. Cái tên "flerovi" của nó chính thức được IUPAC công nhận vào ngày 30/5/2012. (BTV)

Phần ly kỳ là những nguyên tố mới đó có thể có những tính chất mới lạ (hãy nhớ cái cách mà chì được sinh ra trong nhóm IVA của cacbon và silic), thay vì chỉ là các phiên bản nặng hơn của các hạt nhân ta đã biết. Theo một số tính toán, nếu các electron có thể chế ngự hạt nhân siêu nặng và khiến chúng bền hơn thì các hạt nhân này cũng có thể điều khiển electron. Trong trường hợp này, electron có thể lấp đầy các lớp và orbital theo thứ tự khác. Các nguyên tố nằm ở khu vực kim loại nặng thông thường trên bảng tuần hoàn có thể lấp đầy tám electron ở lớp ngoài cùng sớm hơn và hoạt động như khí trơ có đặc tính của kim loại.

Không phải là kiêu ngạo nhưng các nhà khoa học đã có tên cho các nguyên tố giả thuyết đó. Bạn có thể nhận thấy các nguyên tố cực nặng này ở cuối bảng tuần hoàn, ký hiệu hóa học đều có ba chữ cái thay vì hai và tất cả đều bắt đầu bằng "u". Cách đặt tên này lần nữa chịu ảnh hưởng của tiếng Latin và tiếng Hy Lạp. Nguyên tố thứ 119 (chưa được phát hiện) là un·un·enni (Uue); nguyên tố thứ 122 (cũng chưa được phát hiện) là un·bi·bi (Ubb)*… Những nguyên tố này sẽ có tên chính thức nếu chúng *thực sự* được tạo ra, nhưng hiện nay các nhà khoa học vẫn có thể ghi lại và phân biệt các nguyên tố đáng lưu tâm khác – như con số kỳ diệu 184 (un·oct·quadi) – bằng những cái tên gốc Latin. (Và may quá. Với sự diệt vong đang cận kề của hệ thống danh pháp hai phần trong sinh học – hệ thống đã đặt cái tên *Felis catus* cho mèo nhà đang dần được thay thế bằng "mã vạch" ADN. Cái tên *Homo sapiens* lừng danh cho vượn người tinh khôn sẽ đi vào dĩ vãng và thời đại của TCATCGGTCATTGG… đang tới. Như thế, các nguyên tố bắt đầu bằng "u" này chỉ còn là bộ phận cố thủ gần như duy nhất chứng minh cho một thời hô mưa gọi gió trong khoa học của tiếng Latin.*)

Vậy quần đảo bền này có thể lớn tới mức nào? Liệu ta có được chứng kiến những "đảo núi lửa" mọc lên bên dưới bảng tuần hoàn mãi tới tận enn·enn·enni (nguyên tố thứ 999) hoặc xa hơn nữa? Thật buồn là không. Ngay cả khi các nhà khoa học tìm ra cách hợp hạch các nguyên tố cực nặng

với nhau và may mắn cập trúng một cảng xa thuộc quần đảo bền này, gần như chắc chắn họ sẽ trượt trở lại biển lớn hỗn độn.

Lý do cho điều này đến từ Albert Einstein và thất bại lớn nhất trong sự nghiệp của ông. Bất chấp niềm tin tha thiết của hầu hết người hâm mộ, Einstein đã không giành được giải Nobel cho Thuyết Tương đối (dù là Thuyết Tương đối Hẹp hay Thuyết Tương đối Rộng). Ông được trao giải vì giải thích một hiệu ứng kỳ lạ trong cơ học lượng tử: hiệu ứng quang điện. Công trình của ông đã cung cấp bằng chứng thực sự đầu tiên rằng cơ học lượng tử không phải chỉ sinh ra tạm thời để giải thích các thí nghiệm dị thường, mà thực sự phù hợp với thực tế. Chuyện Einstein nghĩ ra điều này thật trớ trêu vì hai lý do. Một là về cuối đời, ông không tin vào cơ học lượng tử. Đối với ông, bản chất thống kê và xác suất sâu sắc của nó chẳng khác nào trò may rủi. Đây chính là nguồn cơn cho câu nói lừng danh của ông: "Chúa không chơi xúc xắc với vũ trụ". Ông đã sai, và thật tệ khi hầu hết mọi người chưa từng nghe thấy lời đáp của Niels Bohr: "Einstein! Hãy ngừng bảo Chúa phải làm gì đi".

Thứ hai, tuy Einstein dành rất nhiều thời gian cho việc hợp nhất cơ học lượng tử và Thuyết Tương đối thành một "Thuyết Vạn vật" chặt chẽ và tinh gọn, nhưng ông đã thất bại. Nhưng cũng không hoàn toàn là vậy. Khi hai lý thuyết gặp nhau, đôi lúc chúng lại bổ khuyết cho nhau một cách tuyệt vời. Sự hiệu chỉnh tương đối về tốc độ của các electron giúp giải thích tại sao thủy ngân (nguyên tố mà tôi luôn để mắt) là chất lỏng ở nhiệt độ phòng, chứ không phải là chất rắn như trông đợi. Và không ai có thể tạo ra nguyên tố mang tên ông (einsteini: nguyên tố thứ 99) mà không có kiến thức về cả hai lý thuyết. Nhưng nhìn chung, ý tưởng của Einstein về lực hấp dẫn, tốc độ ánh sáng và tính tương đối không phù hợp với cơ học lượng tử. Trong một số trường hợp hai lý thuyết gặp nhau (như bên trong các lỗ đen), tất cả các phương trình đẹp đẽ ấy đều sụp đổ.

Sự sụp đổ này có thể đặt ra giới hạn cho bảng tuần hoàn. Trở lại cách ví von electron với hành tinh như Sao Thủy quay quanh Mặt Trời mất 3 tháng còn Sao Hải Vương là 165 năm, các electron lớp trong quay quanh hạt nhân nhanh hơn nhiều so với các electron lớp ngoài. Tốc độ chính xác phụ thuộc vào tỷ lệ giữa số proton và alpha – hằng số cấu trúc tế vi trong

chương trước. Khi tỷ lệ đó càng gần một, tốc độ electron sẽ tiệm cận tốc độ ánh sáng. Nhưng hãy nhớ rằng alpha có giá trị cố định (theo chúng ta) là khoảng 1/137. Nếu số proton trong hạt nhân nhiều hơn 137, các electron ở lớp bên trong dường như quay nhanh hơn tốc độ ánh sáng – một điều bất khả thi theo Thuyết Tương đối Hẹp.

Nguyên tố giả định cuối cùng này (thứ 137) thường được gọi là "feynmani" theo tên Richard Feynman – nhà vật lý đầu tiên chú ý đến điều mâu thuẫn này. Chính ông đã gọi alpha là "một trong những bí ẩn lớn chết tiệt của vũ trụ" và giờ thì bạn đã hiểu tại sao. Khi tính khả dĩ của cơ học lượng tử đã giao hội với tính bất biến của Thuyết Tương đối tại feynmani, một bên phải chịu thua. Có điều không ai biết bên nào sẽ thua.

Những nhà vật lý đã suy nghĩ nghiêm túc về du hành thời gian cho rằng Thuyết Tương đối có thể tồn tại một lỗ hổng cho phép hạt đặc biệt (và không quan sát được) gọi là tachyon di chuyển nhanh hơn tốc độ 300.000 km/s của ánh sáng. Điều đặc biệt là tachyon có thể đi ngược thời gian. Nếu một ngày nào đó, các nhà siêu hóa học thực sự tạo ra được un·tri·octi (nguyên tố giả thuyết nằm ở ô 138), liệu các electron ở các lớp trong có thể du hành thời gian mà phần còn lại của nguyên tử không đổi? Có lẽ là không. Có lẽ tốc độ ánh sáng đơn giản là đã đeo "vòng kim cô" cho kích thước của các nguyên tử, và sẽ xóa sổ triệt để các hòn đảo bền huyền ảo giống như các vụ thử bom nguyên tử đã làm với đảo san hô vòng vào những năm 1950.

Vậy điều đó nghĩa là bảng tuần hoàn sẽ sớm không còn hoạt động nữa? Cố định và trở thành hóa thạch?

Không, không, và chắc chắn không.

Nếu người ngoài hành tinh từng hạ cánh ở đây thì không có gì đảm bảo chúng ta có thể giao tiếp với họ (một điều rất hiển nhiên là họ sẽ không dùng ngôn ngữ của Trái Đất). Họ có thể dùng pheromone hay xung ánh sáng thay vì âm thanh; họ còn có thể độc hại với chúng ta nếu không được cấu thành từ cacbon (cơ hội này rất mong manh). Ngay cả khi ta đột nhập được vào tâm trí họ, mối quan tâm hàng đầu của người Trái Đất – tình yêu,

thần thánh, sự tôn trọng, gia đình, tiền bạc, hòa bình – cũng có thể không tồn tại với họ. Điều duy nhất ta có thể đưa ra và chắc chắn rằng họ sẽ nắm bắt được chính là những con số như π và bảng tuần hoàn.

Tất nhiên đó phải là *các tính chất* của bảng tuần hoàn, vì hình thái hiện nay của bảng tuần hoàn (như tòa lâu đài có tháp canh) – xuất hiện ở mặt sau mỗi cuốn sách hóa học – chỉ là một trong những sự sắp xếp khả dĩ. Ông bà chúng ta lớn lên với một bảng tuần hoàn hoàn toàn khác. Có bảng chỉ có tám cột, trông như một tờ lịch tháng với các kim loại chuyển tiếp bị đưa vào các ô tam giác (vốn được chia từ hình chữ nhật ban đầu), giống như các ngày 30 và 31 thừa ra trong tờ lịch tháng. Thậm chí một số người còn đẩy các nguyên tố họ lantan vào phần chính của bảng, tạo ra một mớ hỗn độn.

Không ai nghĩ đến việc dành thêm chỗ cho kim loại chuyển tiếp cho đến khi Glenn Seaborg và đồng nghiệp tại Đại học California ở Berkeley (vâng, vẫn là ở đây) "tân trang" toàn bộ bảng tuần hoàn trong khoảng thời gian từ cuối những năm 1930 đến những năm 1960. Họ không chỉ thêm vào các nguyên tố mới mà còn nhận ra rằng các nguyên tố như actini không phù hợp với sơ đồ mà họ từng học thuở thiếu thời. Một lần nữa, nghe có vẻ kỳ quặc nhưng các nhà hóa học trước đây đã không nghiêm túc về tính tuần hoàn. Họ nghĩ rằng các nguyên tố họ lantan và tính chất hóa học phiền nhiễu của chúng là ngoại lệ duy nhất với quy luật của bảng tuần hoàn, rằng sẽ không còn nguyên tố nào chôn vùi các electron vào lớp f và phải tách khỏi phần kim loại chuyển tiếp giống như họ lantan nữa. Nhưng điều đó đã thực sự lặp lại. Nó phải lặp lại vì đây là quy tắc tuyệt đối trong hóa học, và là tính chất mà người ngoài hành tinh có thể nhận ra ở các nguyên tố. Và chắc hẳn họ cũng sẽ nhận ra như Seaborg: các nguyên tố ngay sau actini (nguyên tố thứ 89) có điều gì đó mới lạ.

Actini là nguyên tố mấu chốt để định hình nên bảng tuần hoàn hiện đại, vì Seaborg và các đồng nghiệp đã quyết định tách tất cả các nguyên tố nặng đã được khám phá vào thời điểm đó – mà ngày nay được gọi là "họ actini" theo tên nguyên tố đầu tiên của họ này – xuống cuối bảng. Vì đang sắp xếp các nguyên tố đó, họ quyết định cung cấp cho các kim loại chuyển tiếp nhiều không gian hơn. Thay vì nhồi nhét chúng vào những hình tam giác,

họ thêm mười cột nữa vào bảng. Bản thiết kế này trong hợp lý đến nỗi đã được nhiều người sao chép. Phải mất một thời gian dài cho tới khi không còn ai thích dùng bảng tuần hoàn cũ nữa; nhưng rốt cuộc vào những năm 1970, bảng tuần hoàn cuối cùng đã chuyển từ dạng lịch sang dạng lâu đài – bức tường thành của hóa học hiện đại.

Nhưng ai dám chắc đó là dạng lý tưởng? Dạng cột đã thống trị kể từ thời Mendeleev, nhưng chính Mendeleev cũng thiết kế tới 30 bảng tuần hoàn khác nhau. Đến những năm 1970, giới khoa học đã thiết kế hơn 700 biến thể. Một số nhà hóa học muốn tháo tháp canh ở một bên và gắn vào bên kia, nên bảng tuần hoàn đó trông như một cầu thang kỳ cục. Một số lại thả hydro và heli vào các cột khác để nhấn mạnh rằng hai nguyên tố phi-bát-tử này sẽ rơi vào những tình huống hóa học kỳ lạ.

Tuy nhiên, thực sự thì một khi nghiền ngẫm về hình dạng của bảng tuần hoàn, ta không có lý do gì để giới hạn chúng ở dạng thẳng tắp.* Một phiên bản sáng giá khác hiện nay trông giống như tổ ong, với hydro ở tâm và các ô hình lục giác được đặt trên đường xoắn ốc ngày càng lan rộng hơn. Các nhà thiên văn học và vật lý thiên văn có thể thích phiên bản "Mặt Trời" hydro ở giữa bảng và mọi nguyên tố khác quay quanh nó như các hành tinh cùng những vệ tinh vậy. Các nhà sinh học đã vẽ bảng tuần hoàn như các chuỗi xoắn ADN của con người, và những người đam mê tìm hiểu đã phác thảo ra các bảng tuần hoàn với hàng và cột được xếp nối tiếp nhau trải khắp trang giấy như trong bàn cờ cá ngựa. Thậm chí, có người còn giữ bằng sáng chế của Mỹ (số 6361324) cho khối rubic hình kim tự tháp mà các mặt xoay chứa các nguyên tố hóa học.

Những người có thiên hướng âm nhạc thì viết các nguyên tố lên khuông nhạc, và ông bạn cũ của chúng ta là William Crookes – người tin vào Thuyết thông linh – đã thiết kế hai bảng tuần hoàn kỳ khôi xứng tầm ông: một bảng trông giống như đàn luýt và một bảng khác giống như bánh quy xoắn. Bảng tuần hoàn yêu thích của riêng tôi có hình kim tự tháp: hàng dưới lớn hơn hàng trên, nơi xuất hiện của các orbital mới và số lượng nguyên tố có chỗ trong hệ thống tổng được thể hiện vô cùng trực quan, hoặc dạng xoắn ở giữa vì nó trông giống dải Möbius, tuy chưa hiểu cặn kẽ về nó.

Chúng ta thậm chí không còn phải giới hạn các bảng tuần hoàn ở dạng hai chiều nữa. Phản proton mang điện âm mà Segrè phát hiện năm 1955 ghép cặp vừa vặn với phản electron (positron) để tạo thành phản nguyên tử hydro. Về lý thuyết, tất cả phản nguyên tố khác trên bảng tuần hoàn cũng khả dĩ. Và ngoài phiên bản phản chiếu của bảng tuần hoàn thông thường đó, các nhà hóa học đang khám phá những dạng vật chất mới có thể nhân số lượng các "nguyên tố" đã biết thành hàng trăm, thậm chí hàng ngàn.

Đầu tiên là các siêu nguyên tử. Những cụm này – gồm từ 8 đến 100 nguyên tử của một nguyên tố – có khả năng kỳ lạ là bắt chước tính chất của nguyên tử đơn lẻ của các nguyên tố khác nhau. Ví dụ: 13 nguyên tử nhôm được nhóm theo đúng cách sẽ hoạt động hóa học y như một nguyên tử brom, giống nhau tới mức không thể phân biệt được (dù cụm siêu nguyên tử nhôm lớn hơn một nguyên tử brom tới 13 lần, và tính chất hóa học của nhôm không hề giống brom). Các tổ hợp khác của nhôm có thể mô phỏng các loại khí trơ, chất bán dẫn, chất liệu tạo xương như canxi hay các nguyên tố từ bất kỳ khu vực nào trên bảng tuần hoàn.

Siêu nguyên tử hoạt động như sau: các nguyên tử tự sắp xếp thành một khối đa diện ba chiều, và mỗi nguyên tử trong đó mô phỏng một proton hoặc neutron trong một hạt nhân chung. Điểm đáng chú ý là các electron có thể di chuyển trong "hạt nhân" mô phỏng này, và các nguyên tử cùng chia sẻ electron. Các nhà khoa học gượng gạo gọi trạng thái vật chất này là "jellium". Phụ thuộc vào hình dạng khối đa diện, số góc và số cạnh, jellium sẽ có nhiều hay ít electron để điều động phản ứng với các nguyên tử khác. Nếu có bảy electron, nó hoạt động như brom hay halogen. Nếu có bốn, nó hoạt động như silic hay chất bán dẫn. Các nguyên tử natri cũng có thể trở thành jellium và mô phỏng các nguyên tố khác. Và không có lý do gì để nghĩ rằng một số nguyên tố không thể bắt chước một số nguyên tố khác, hoặc tất cả các nguyên tố không thể bắt chước lẫn nhau – như một mớ văn thơ hỗn độn kiểu Borges[1]. Những khám phá này đang buộc giới khoa học xây dựng các bảng tuần hoàn song song để phân loại tất cả các loại "nguyên tố" mới. Những bảng này – như những trang trong suốt trong sách giáo khoa giải phẫu – phải được đặt trên khung bảng tuần hoàn gốc.

[1]. Jorge Luis Borges (1899-1986): nhà văn, nhà thơ và dịch giả nổi tiếng người Argentina. (BTV)

Jellium tuy rất kỳ lạ nhưng ít nhất thì các cụm nguyên tử vẫn như nguyên tử bình thường. Nó vẫn chưa lạ bằng cách tăng độ sâu cho bảng tuần hoàn. Một chấm lượng tử là một dạng nguyên tử ảo lập thể và vẫn tuân theo các quy tắc của cơ học lượng tử. Một số nguyên tố có thể tạo ra các chấm lượng tử, nhưng một trong những nguyên tố tốt nhất là indi. Nó là một kim loại ánh bạc nằm cùng nhóm với nhôm và sống ngay ở vùng biên giới giữa kim loại và chất bán dẫn.

Các nhà khoa học bắt đầu xây dựng chấm lượng tử bằng cách xây dựng một "Tháp Quỷ" (Devils Tower là một gò đất ở Mỹ – BTV) nhỏ xíu mà mắt thường hầu như không thấy được. Giống như địa tầng, tòa tháp nhân tạo này gồm nhiều lớp: từ dưới lên là chất bán dẫn, một lớp gốm mỏng để cách điện, indi, một lớp gốm dày hơn và điện cực kim loại ở trên cùng. Một điện tích dương được áp vào điện cực kim loại để hút electron. Các electron chạy lên trên cho đến khi chạm tới lớp cách điện mà chúng không thể xuyên qua. Tuy nhiên, nếu lớp cách điện đủ mỏng, một electron – mà ở mức cơ bản nhất chỉ là một sóng – có thể áp dụng hiệu ứng "xuyên hầm" của cơ học lượng tử để đến indi.

Tại thời điểm này, các nhà khoa học ngắt điện nên electron còn lại một mình. Lớp indi này rất hiệu quả trong việc cho các electron chạy qua các nguyên tử của chúng, nhưng lại khiến cho một electron kẹt vào giữa lớp. Electron lúc này lơ lửng trong lớp, vẫn vận động nhưng bị tách biệt. Nếu lớp indi đủ mỏng và hẹp, hàng ngàn nguyên tử indi kết hợp với nhau sẽ hoạt động như một "nguyên tử" lớn, tất cả cùng chia sẻ electron bị bẫy. Đây là một "siêu cá thể". Đặt hai hoặc nhiều electron vào chấm lượng tử, chúng sẽ sắp xếp để có spin ngược chiều nhau trong indi và tách ra theo các orbital và lớp lớn. Điều này quá đỗi kỳ quặc, giống như việc thu được các nguyên tử khổng lồ ở trạng thái ngưng tụ Bose-Einstein mà không cần phải làm lạnh xuống đến 10-9 K vậy. Và điều này không phải để chơi: các chấm lượng tử có tiềm năng to lớn cho việc sản xuất máy tính lượng tử thế hệ tiếp theo vì các nhà khoa học có thể kiểm soát (và nhờ thế thực hiện các phép tính với) từng electron – nhanh gọn hơn việc chuyển hàng tỷ

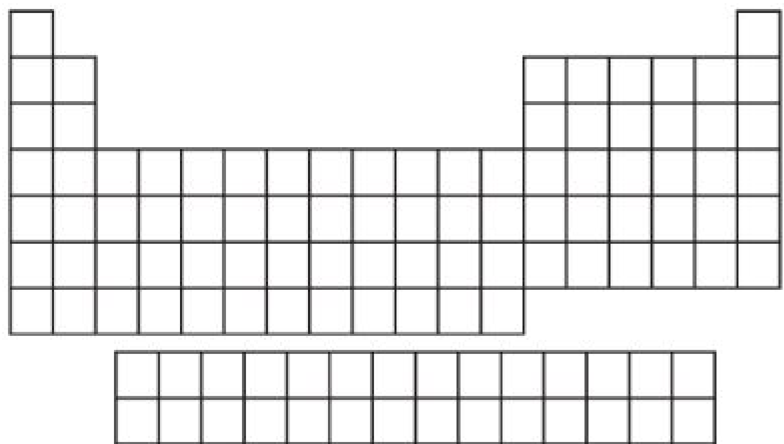
electron qua chất bán dẫn trong mạch tích hợp 50 năm tuổi của Jack Kilby nhiều.

Với các chấm lượng tử, bảng tuần hoàn cũng không còn như trước nữa. Bởi chúng (còn được gọi là "nguyên tử bánh kếp") rất phẳng nên các lớp electron cũng khác bình thường. Trên thực tế, "bảng tuần hoàn bánh kếp" sẽ khác hẳn bảng tuần hoàn mà chúng ta quen thuộc. Một lý do là nó hẹp hơn, vì quy tắc bát tử đã bị phá vỡ. Electron lấp đầy các lớp nhanh hơn và các chất khí trơ sẽ xuất hiện nhiều hơn. Điều đó không ngăn được các chấm lượng tử khác hoạt động hóa học mạnh hơn chia sẻ các electron và liên kết với các chấm lượng tử khác gần đó để tạo thành thứ mà không ai hình dung được. Không như siêu nguyên tử, không có bất kỳ nguyên tố nào trong thế giới thực hình thành được các dạng tương đương hoàn toàn với các "nguyên tố" chấm lượng tử.

Nhưng cuối cùng ta sẽ không thể nghi ngờ việc bảng tuần hoàn dạng lâu đài của Seaborg (với các nguyên tố họ lantan và actini như những con hào dọc ở dưới) sẽ tiếp tục thống trị hóa học trong nhiều thế hệ tới. Nó là một sự kết hợp tuyệt hảo giữa dễ làm và dễ học. Nhưng cũng đáng buồn khi các nhà xuất bản sách giáo khoa không kèm giữa bảng tuần hoàn của Seaborg (xuất hiện ở bìa trước mỗi cuốn sách hóa học) với một số bảng tuần hoàn độc đáo hơn ở bìa sau: như các hình khối 3D lồi lõm trên trang giấy và kéo các nguyên tố vốn cách xa lại gần nhau hơn, khiến óc tưởng tượng nảy ra một số mối liên kết nhất định khi cuối cùng bạn cũng thấy chúng nằm cạnh nhau. Tôi rất mong có thể quyên góp 1.000 đô la Mỹ cho một số nhóm phi lợi nhuận để hỗ trợ việc nghiên cứu những bảng tuần hoàn hoàn toàn mới dựa trên bất kỳ nguyên tắc sắp xếp nào mà con người tưởng tượng ra được. Bảng tuần hoàn hiện tại đã làm rất tốt, nhưng việc hình dung lại và tái tạo nó rất quan trọng với con người (ít nhất là với một số người). Hơn nữa, nếu có ngày người ngoài hành tinh xuất hiện trên Trái Đất, tôi muốn họ ấn tượng với sự khéo léo của con người. Và có lẽ (chỉ là có lẽ) họ sẽ nhận ra được một số dạng trong bộ sưu tập bảng tuần hoàn của chúng ta.

Nghĩ lại thì có thể bảng tuần hoàn dạng lâu đài của chúng ta (cùng sự đơn giản, gọn gàng của nó) sẽ gây ấn tượng với họ. Và có thể, dù sắp xếp khác

đến thế nào hay kiến thức về siêu nguyên tử và chấm lượng tử có cao thâm đến đâu, họ hẳn sẽ thấy một điều mới trong bảng tuần hoàn này. Có lẽ khi được giải thích mọi thứ về cách đọc bảng tuần hoàn này ở tất cả các cấp độ, họ hẳn sẽ huýt sáo (hoặc gì đó) để bày tỏ ngưỡng mộ – vì choáng váng trước những gì mà loài người đã làm để gói ghém các nguyên tố vào đó.



Lời cảm ơn

Trước tiên tôi muốn gửi lời cảm ơn tới những người thân. Bố mẹ ủng hộ và không thắc mắc gì nhiều khi tôi bắt đầu sự nghiệp cầm bút. Paula yêu dấu đã luôn ở bên tôi. Ben và Becca đã dạy tôi các trò tinh quái. Bạn bè và người thân từ Nam Dakota và khắp mọi miền tổ quốc đã hỗ trợ và mở rộng tầm mắt cho tôi. Cuối cùng là các giáo viên và giáo sư vì những điều vô cùng ý nghĩa mà ngày trước họ đã làm (ít nhiều liên quan đến những câu chuyện trong cuốn sách này), mặc dù không hề nhận ra.

Tiếp đến tôi muốn cảm ơn người đại diện Rick Broadhead của mình vì đã tin dự án này là một ý tưởng hay và rằng tôi là người thích hợp để viết nó. Tôi cũng nợ biên tập viên John Parsley ở Little, Brown and Company rất nhiều vì đã nhìn thấy triển vọng và giúp định hình cuốn sách này. Những đóng góp vô giá từ nhiều người khác tại Little, Brown and Company gồm Cara Eisenpress, Sarah Murphy, Peggy Freudenthal, Barbara Jatkola và nhiều người vô danh khác đã giúp thiết kế và cải thiện cuốn sách này.

Tôi cũng xin gửi lời cảm ơn tới rất nhiều người đã đóng góp cho từng chương, đoạn bằng cách làm sáng tỏ những câu chuyện, giúp tìm kiếm thông tin hay giải thích điều gì đó cho tôi. Tôi muốn nhắc đến Stefan Fajans; Theodore Gray tại www.periodictable.com; Barbara Stewart tại Alcoa; Jim Marshall thuộc Đại học Bắc Texas; Eric Scerri thuộc Đại học California ở Los Angeles; Chris Reed tại Đại học California ở Riverside; Nadia Izakson; nhóm truyền thông tại Chemical Abstracts Service; và các cán bộ thư viện và thủ thư của tủ sách khoa học tại Thư viện Quốc hội. Nếu có thiếu bất kỳ ai, tôi chân thành xin lỗi. Tôi luôn biết ơn tất cả.

Cuối cùng, tôi thực sự biết ơn Dmitri Mendeleev, Julius Lother Meyer, John Newlands, Alexandre-Emile Béguyer de Chancourtois, William Odling, Gustavus Hinrichs và các nhà khoa học đã phát triển bảng tuần hoàn – cũng như hàng ngàn nhà khoa học đã đóng góp những câu chuyện hấp dẫn về các nguyên tố hóa học.

Chú giải

Lời giới thiệu

Trang 6 “Văn học, giám định độc chất và tâm lý học”: Một chủ đề khác tôi học được thông qua thủy ngân là khí tượng học. Tiếng chuông báo tử của giả kim thuật vang lên sau Giáng sinh năm 1759, khi hai nhà khoa học Nga vô tình đóng băng thủy ngân trong nhiệt kế khi cố gắng thu được hỗn hợp tuyết và axit càng lạnh càng tốt. Đây là trường hợp thủy ngân rắn đầu tiên được ghi nhận, và chất lỏng bất tử của giả kim thuật đã trở thành vật chất bình thường.

Gần đây thủy ngân đã bị chính trị hóa, vì các nhà hoạt động ở Mỹ mạnh mẽ chống lại những nguy cơ hoàn toàn vô căn cứ của thủy ngân trong vaccine.

Chương 1: Vị trí định đoạt số phận

Trang 14 “chỉ tồn tại dưới dạng tinh khiết”: Hai nhà khoa học quan sát bằng chứng đầu tiên về heli (một vạch quang phổ mới chưa được biết tới trong phổ vàng) trong nhật thực năm 1868. Vậy nên tên của nguyên tố này xuất phát từ helios (nghĩa là “Mặt Trời” trong tiếng Hy Lạp). Nguyên tố này chỉ xuất hiện trên Trái Đất vào năm 1895 sau khi được cẩn thận phân lập từ đá. (Chi tiết ở chương 17.) Trong tám năm, heli được cho là chỉ tồn tại trên Trái Đất với số lượng rất nhỏ, cho đến khi những người khai mỏ tìm thấy một trữ lượng khổng lồ ở Kansas vào năm 1903. Họ cố gắng đốt khí bắn ra từ một lỗ trên mặt đất nhưng không thành công.

Trang 17 “chỉ các electron mới đóng vai trò quan trọng”: Để nhắc lại quan điểm nguyên tử chủ yếu là trống rỗng, nhà hóa học Allan Blackman tại Đại học Otago (New Zealand) đã viết trên *Otago Daily Times* vào ngày 28/1/2008: “Hãy xem iridi, nguyên tố đặc nhất từng được biết đến. Một mẫu có thể tích tương đương quả bóng tennis nặng khoảng 3 kg... Giả sử bằng cách nào đó chúng ta có thể ép các hạt nhân iridi chặt nhất có thể để loại bỏ hầu hết không gian trống rỗng. Lúc đó, một mẫu iridi đặc có thể tích của quả bóng tennis sẽ nặng tới mức đáng kinh ngạc: bảy ngàn tỷ tấn.”

Để chú thích rõ hơn, không ai thực sự biết liệu iridi có phải là nguyên tố đặc nhất hay không. Khối lượng riêng của nó rất gần osimi, đến nỗi các nhà khoa học không thể phân biệt được chúng. Trong vài thập kỷ qua, chúng đã thay nhau trở thành "vua". Osimi đang đứng đầu tại thời điểm này.

Trang 18 "mọi lỗi vặt vãnh trong đó": Để có những bức chân dung chi tiết hơn về Lewis và Nernst (và nhiều nhân vật khác như Linus Pauling và Fritz Haber), tôi khuyên bạn nên đọc *Cathedrals of Science: The Personalities and Rivalries That Made Modern Chemistry* của Patrick Coffey. Đây là một cuốn sách viết về các nhân vật thuộc kỷ nguyên quan trọng nhất của hóa học hiện đại (trong khoảng từ 1890 đến 1930).

Trang 20 "lịch sử đa sắc màu nhất trên bảng tuần hoàn": Các sự thật khác về antimon:

1. Phần lớn kiến thức của chúng ta về thuật giả kim và antimon xuất phát từ cuốn sách *The Triumphal Chariot of Antimony* (tạm dịch: Cỗ xe chiến thắng của antimon) của Johann Thölde vào năm 1604. Để thu hút người đọc, Thölde tuyên bố ông dịch nó từ một văn bản của thầy tu Basilius Valentinus vào năm 1450. Lo sợ bị bức hại vì niềm tin về thuật giả kim, Valentinus được cho là đã giấu văn bản trong một cây cột trong tu viện của mình. Nó được giấu kín cho đến khi "một tia sét kỳ diệu" tách cây cột ra vào thời của Thölde và để ông phát hiện ra bản thảo.

2. Mặc dù nhiều người coi antimon là lưỡng tính nhưng một số khác lại khăng khăng rằng nó có bản chất nữ tính, đến nỗi biểu tượng giả kim của antimon đã trở thành biểu tượng chung cho nữ.

3. Vào những năm 1930 ở Trung Quốc, một tỉnh nghèo đã quyết định đúc tiền từ antimon, vốn là nguồn tài nguyên địa phương duy nhất. Nhưng antimon mềm, dễ bị trầy xước và hơi có độc nên những đồng tiền làm từ nó chất lượng kém và chính quyền cũng sớm thu hồi. Dù giá lúc đó rất rẻ, nhưng những đồng tiền này hiện có giá trị hàng ngàn đô la Mỹ với các nhà sưu tập ngày nay.

Chương 2: Cặp song sinh và kẻ lạc loài: Gia phả của các nguyên tố

Trang 31 “Francis Bacon đã viết những vở kịch đó chứ không phải Shakespeare”: Một định nghĩa đơn giản hơn về Honorificabilitudinitatibus là “với lòng tôn kính”. Phép đảo chữ cho từ này là “Hi ludi, F. Baconis nati, tuiti orbi”, nghĩa là “Những vở kịch được viết bởi F[rancis] Bacon này, được bảo tồn cho thế giới”.

Trang 32 “Con trăn khổng lồ này dài 1.185 chữ cái”: Có một số tranh cãi về từ dài nhất xuất hiện trong *Chemical Abstracts*. Nhiều người công nhận đó là protein virus khảm thuốc lá $C_{785}H_{1220}N_{212}O_{248}S_2$, nhưng một số lượng đáng kể lại cho rằng đó là “protein α của enzym nối tryptophan” – chất được cho là gây buồn ngủ khi ta ăn gà tây (một lời đồn sai lầm). Protein tryptophan $C_{1289}H_{2051}N_{343}O_{375}S_8$ dài 1.913 chữ cái, dài hơn protein virus khảm thuốc lá tới 60%. Nhiều nguồn: một số ấn bản của *Kỷ lục Guinness thế giới, Từ điển Urban*(http://www.urbandipedia.com), *Mrs. Byrne’s Dictionary of Unusual, Obscure & Preposterous Words* đều ghi nhận tryptophan là nhà vô địch. Nhưng sau hàng giờ giữa những giá sách mờ tối trong Thư viện Quốc hội, tôi không thể tìm thấy phân tử tryptophan trong *Chemical Abstracts*. Nó có vẻ không tồn tại ở dạng đánh vần đầy đủ. Để thêm chắc chắn, tôi đã săn tìm bài báo học thuật về việc giải mã protein tryptophan (tách biệt với danh sách trong *Chemical Abstracts*), và trong đó các tác giả đã viết tắt trình tự amino axit. Vì vậy, thôi tôi biết thì tên đầy đủ của nó chưa bao giờ xuất hiện trong các bản in; điều này hẳn có thể giải thích tại sao Guinness đã hủy bỏ kỷ lục từ dài nhất của nó sau đó.

Tôi đã hai lần tìm thấy tên đầy đủ virus khảm thuốc lá. Lần đầu tiên là ở trang 967F của *Chemical Abstracts Formula Index* (tháng 1-tháng 6 năm 1964) màu nâu, lần thứ hai trên trang 6717F của *Chemical Abstracts 7th Coll. Formulas, C23H32–Z, 56–65, 1962–1966*. Cả hai đều là những tập hợp thu thập dữ liệu cho các bài báo học thuật về hóa học xuất bản trong khoảng thời gian ghi trên bìa của chúng. Nghĩa là trái với các tài liệu tham khảo khác về từ dài nhất thế giới (đặc biệt là trên mạng), virus khảm thuốc lá chỉ được biết đến khi những tập sách đó xuất bản vào năm 1964 và 1966, chứ không phải vào năm 1972.

Hơn nữa, bài báo về tryptophan ra đời năm 1964, và nhiều phân tử khác được liệt kê trong *Chemical Abstracts* năm 1962-1966 có nhiều C, H, O, N

và S hơn virus khảm thuốc lá. Tại sao chúng không được nêu tên đầy đủ? Vì những bài báo đó xuất hiện sau năm 1965, năm mà Chemical Abstracts Service (công ty ở Ohio thu thập tất cả dữ liệu này) xem xét lại hệ thống đặt tên cho các hợp chất mới và dần không khuyến khích những cái tên dài ngoằng. Vậy thì tại sao họ lại viết đầy đủ protein virus khảm thuốc lá trong một tập hợp năm 1966? Lẽ ra nó đã bị cắt nhỏ nhưng được đặc cách. Để mọi chuyện thêm phần rối rắm thì bài báo ban đầu về virus khảm thuốc lá năm 1964 là tiếng Đức. Nhưng *Chemical Abstracts* là tài liệu tiếng Anh – với truyền thống trong việc dẫn chứng tinh tế của Samuel Johnson và OED – và nó cho in cái tên nhằm truyền bá kiến thức chứ không phải để khoe khoang, nên chắc chắn được tính.

Phù. Tôi nợ Eric Shively, Crystal Poole Bradley và đặc biệt là Jim Corning tại Chemical Abstracts Service rất nhiều vì đã giúp tìm ra những điều này. Họ không cần phải phản hồi những câu hỏi khó hiểu của tôi ("Xin chào. Tôi đang cố gắng tìm từ dài nhất trong tiếng Anh, và tôi không chắc đó là từ nào..."), nhưng họ đã giúp.

Thật tình cờ, ngoài việc là loại virus đầu tiên được phát hiện, virus khảm thuốc lá là loại đầu tiên có hình dạng và cấu trúc được phân tích nghiêm ngặt. Một số nghiên cứu tốt nhất trong lĩnh vực này được thực hiện bởi Rosalind Franklin, chuyên gia tinh thể học đã hào phóng (nhưng ngây thơ) chia sẻ dữ liệu của mình với Watson và Crick (xem chương 8), và ký tự "α" trong "protein α của enzym nối tryptophan" xuất phát từ nghiên cứu của Linus Pauling: làm sao các protein biết cách gập thành các hình dạng đặc trưng (lại mời xem chương 8).

Trang 34 "thật may đã có tên là titin": Một số người đủ kiên nhẫn đã đăng toàn bộ chuỗi amino axit của titin lên mạng. Số liệu như sau: Nó chiếm 47 trang văn bản Microsoft Word với phông chữ Times New Roman 12. Nó chứa hơn 34.000 amino axit: chữ cái "l" xuất hiện 43.781 lần; "y" là 30.710 lần; "yl" là 27.120 lần và "e" chỉ 9.229 lần.

Trang 38 "đã chứng thực điều này": Một phần trong chương trình của *Frontline PBS* có tên "Cấy ngực thử nghiệm": "Hàm lượng silic trong cơ thể sống giảm khi độ phức tạp của sinh vật tăng lên. Tỷ lệ silic/cacbon là

250/1 trong vỏ Trái Đất; 15/1 trong đất mùn (đất có chất hữu cơ), 1/1 ở sinh vật phù du, 1/100 ở dương xỉ và 1/5.000 ở động vật có vú”.

Trang 40 “như thể Bardeen là bộ óc còn Brattain là tay chân trong cùng một cơ thể”: Lời trích dẫn Bardeen và Brattain là một cá thể chung được lấy từ phim tài liệu *Tranzitoized*! của PBS.

Trang 40 “ngân hàng tinh trùng thiên tài”: Có trụ sở tại California, được chính thức gọi là Kho tuyển phôi (*Repository for Germinal Choice*). Shockley là người đoạt giải Nobel duy nhất từng tuyên bố công khai đã quyên góp, dù người sáng lập ngân hàng này là Robert K. Graham tuyên bố một số người khác cũng làm như vậy.

Trang 44 “giải Nobel muộn màng cho mạch tích hợp”: Để biết thêm thông tin về Kilby và tính chuyên chế số lượng, hãy xem cuốn sách tuyệt vời *The Chip: How Two Americans Invented the Microchip and Launched a Revolution* (tạm dịch: Chip: Cách hai người Mỹ phát minh ra vi mạch và khởi động một cuộc cách mạng) của T. R. Reid.

Một DJ câu lạc bộ có nghệ danh “Jack Kilby” đã phát hành một đĩa CD vào năm 2006 có tên “Microchip EP” với hình ảnh một Kilby rất già trên bìa. Đĩa CD này gồm các bài hát “Neutronium”, “Byte My Scarf ”, “Integrated Circuit” và “Transistor”.

Chương 3: Đảo Galápagos của bảng tuần hoàn

Trang 50 “sự thật về nguyên tử”: Ngày nay ta khá khó tin khi Mendeleev từ chối tin vào các nguyên tử, nhưng đây không phải là một quan điểm hiếm với các nhà hóa học thời đó. Họ từ chối tin vào bất cứ điều gì không thể thấy bằng mắt thường. Họ chỉ coi các nguyên tử như thứ trừu tượng – tiện dụng để tính toán nhưng chắc chắn là hư cấu.

Trang 50 “ít nhất là theo sự phán xét của lịch sử?”: Mô tả tốt nhất về sáu nhà khoa học cạnh tranh để là người đầu tiên sắp xếp các nguyên tố một cách hệ thống được thể hiện trong cuốn *The Periodic Table* của Eric Scerri. Ba người khác thường được công nhận là đồng phát minh, hoặc ít nhất là có đóng góp.

Theo Scerri, Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois đã phát hiện ra "một bước quan trọng nhất" để xây dựng bảng tuần hoàn: "tính chất của các nguyên tố biến đổi tuần hoàn theo chiều tăng dần nguyên tử khối, tròn bảy năm trước khi Mendeleev rút ra kết luận tương tự". Nhà địa chất học De Chancourtois đã vẽ bảng tuần hoàn của mình trên một hình trụ xoắn ốc, giống như ren của ốc vít. Ông không được ghi danh với bảng vì một nhà xuất bản không thể tìm ra cách tái hiện sơ đồ ốc vít quan trọng với tất cả các nguyên tố. Họ cuối cùng đã đầu hàng và in bài báo mà không có nó. Hãy tưởng tượng bạn đang cố gắng tìm hiểu về bảng tuần hoàn mà không nhìn thấy được!

Nhà hóa học người Anh William Odling dường như là người luôn luôn xui xẻo. Ông có nhiều nhận định đúng về bảng tuần hoàn, nhưng ngày nay lại không mấy ai nhớ tới. Có lẽ vì ông có nhiều mối quan tâm khác nên đã bị Mendeleev – luôn bị ám ảnh bởi bảng tuần hoàn – vượt qua. Odling đã sai về độ dài chu kỳ của các nguyên tố (số lượng nguyên tố cần có trước khi các đặc điểm tương tự xuất hiện trở lại). Ông giả định tất cả độ dài chu kỳ đều là tám, nhưng điều đó chỉ đúng ở đầu bảng. Vì lớp d, chu kỳ 4 và 5 cần tới 18 nguyên tố. Vì lớp f, chu kỳ 6 và 7 có 32 nguyên tố.

Gustavus Hinrichs là người Mỹ duy nhất trong danh sách những người đồng khám phá (mặc dù ông không sinh ra ở Mỹ). Ông cũng là người duy nhất được mô tả là vừa lập dị, vừa là một thiên tài không giống ai đi trước thời đại. Ông đã xuất bản hơn 3.000 bài báo khoa học bằng bốn ngôn ngữ và tiên phong trong nghiên cứu và phân loại các nguyên tố bằng quang phổ vạch mà Bunsen phát hiện ra. Ông cũng chơi với "thần số học" và phát triển một bảng tuần hoàn xoắn ốc để đặt nhiều nguyên tố khó nhằn vào các nhóm chính xác. Scerri tóm tắt về ông: "Công việc của Hinrichs rất đặc thù và phức tạp, đến mức cần có một nghiên cứu đầy đủ hơn trước khi bất cứ ai mạo hiểm phát ngôn về giá trị thực của nó."

Trang 53 "trà Earl Grey 'ăn' chiếc thìa": Nếu thực sự muốn xem trò đùa với gali trên thực tế, bạn có thể tìm video chiếc thìa gali tan biến trên YouTube. Oliver Sacks cũng kể về trò chơi khăm giống như vậy trong *Uncle Tungsten* – hồi ký về thời niên thiếu của ông.

Trang 59 “Đường phố được đặt tên theo tên các khoáng sản và nguyên tố”: Để mô tả lịch sử và địa chất của Ytterby ngày đó cũng như chi tiết thị trấn này bây giờ, tôi đã tham khảo nhà hóa học kiêm sử gia Jim Marshall tại Đại học Bắc Texas, người đã dành thời gian giúp tôi rất nhiều. Ông cũng gửi cho tôi những bức ảnh tuyệt vời. Jim hiện đang theo đuổi việc đến thăm nơi phát hiện lần đầu tiên các nguyên tố họ lantan – nơi mà các nguyên tố họ lantan được phát hiện lần đầu tiên, nên ông có đến thăm Ytterby (Quá ngon ăn).

Chương 4: Khởi nguồn của các nguyên tử

Trang 63 “được chứng minh năm 1939”: Hans Bethe đã giành được giải thưởng 500 đô la Mỹ cho phát hiện phản ứng hợp hạch tại lõi các ngôi sao. Ông đã sử dụng số tiền này hối lộ các quan chức Quốc Xã để thả mẹ mình và đồ nội thất của bà ra khỏi nước Đức.

Trang 64 “ngôi sao đặc biệt về mặt hóa học”: Một chuyện vặt vui vui: Các nhà thiên văn học đã xác định được một lớp sao kỳ lạ tạo ra prometi thông qua một quá trình chưa biết đến. Nổi tiếng nhất là ngôi sao Przybylski. Điều kỳ lạ là hầu hết các sự kiện hợp hạch diễn ra tại lõi sao, còn prometi lại được tạo ra trên bề mặt ngôi sao. Prometi có tính phóng xạ quá mạnh và thời gian tồn tại quá ngắn nên không thể di chuyển hàng triệu năm từ lõi của một ngôi sao đến các lớp bên ngoài.

Trang 64 “các ngôi sao chi phối số phận nhân loại”: Mở đầu bài báo B^{2}FH có trích dẫn từ 2 tác phẩm của Shakespeare như sau:

“Chính các vì sao, / Các vì sao trên cao xui nên sự thế.” Vua Lear, cảnh 4, hồi 3.

“Brutus thân mến, lỗi không nằm ở các vì sao, /Mà ở chính chúng ta.”

Julius Caesar, cảnh 1, hồi 2.

Trang 66 “hợp hạch để tạo thành các nguyên tố nặng hơn sắt”: Xét về mặt kỹ thuật, các ngôi sao không trực tiếp tạo ra sắt. Đầu tiên, chúng hợp hạch hai nguyên tử silic (nguyên tố thứ 14) để tạo ra niken (nguyên tố thứ

28). Tuy nhiên, niken này không ổn định và phần lớn phân rã thành sắt sau vài tháng.

Trang 68 “phát ra ánh sáng nâu mờ”: Sao Mộc có thể hợp hạch heli bằng deuteri (hydro nặng chứa một proton và một neutron) nếu nó có khối lượng gấp 13 lần hiện tại. Do deuteri rất hiếm (cứ 6.500 phân tử hydro mới có một deuteri) nên nó sẽ là một ngôi sao khá yếu, nhưng vẫn sẽ được tính. Để hợp hạch heli từ hydro thông thường, Sao Mộc phải nặng hơn hiện tại 75 lần.

Trang 70 “ở dạng những khối lập phương siêu nhỏ”: Sao Hỏa đôi khi cũng có “tuyết” hydro peroxit, chẳng hề kém cạnh thời tiết kỳ lạ của Sao Mộc hay Sao Thủy.

Trang 74 “nguyên tố ưa sắt”: Các nguyên tố ưa sắt như osimi và reni đã giúp các nhà khoa học tái tạo lại cách Mặt Trăng được hình thành từ một va chạm mạnh giữa Trái Đất thời sơ khai và một tiểu hành tinh (hoặc sao chổi). Mặt Trăng hợp lại từ những mảnh vỡ bị văng ra.

Trang 75 “sau này được đặt tên là Nemesis”: Nữ thần Nemesis trừng phạt sự kiêu ngạo. Bà đảm bảo không có sinh vật trần gian nào quá kiêu ngạo bằng cách trừng phạt bất kỳ kẻ nào đe dọa vị thế của các vị thần. Điểm tương đồng với ngôi sao đồng hành của Mặt Trời là trước khi những sinh vật giống như khủng long có được trí thông minh thực sự, Nemesis sẽ quét sạch chúng.

Trang 77 “như đu quay ngựa trong công viên”: Thật trớ trêu, nếu nhìn từ xa, chuyển động tổng thể của Mặt Trời giống với các vòng quay bánh xe mà các nhà thiên văn cổ đại cố gắng giải thích thuyết Địa Tâm thời tiền Copernicus (chỉ là Trái Đất hoàn toàn không thể được gọi là trung tâm vũ trụ nữa, nói rộng ra cũng không). Giống như Miescher và protein, đây là một ví dụ về bản chất tuần hoàn của tất cả các ý tưởng, ngay cả trong khoa học.

Chương 5: Các nguyên tố trong chiến loạn

Trang 79 “vẫn trụ vững và giành chiến thắng”: Để biết thêm chi tiết về lịch sử chiến tranh hóa học, đặc biệt là trải nghiệm của quân đội Mỹ, hãy xem “Chemical Warfare in World War I: The American Experience, 1917-1918” (Thiếu tá Charles E. Heller) thuộc *Leavenworth Papers* tại: http://www-cgsc.army.mil/carl/resources/csi/Heller/HELLER.asp.

Trang 81 “hầu hết 6,7 tỷ người trên thế giới ngày nay”: Trong rất nhiều thứ cho amoniac của Fritz Haber thì có sự thật là Charles Townes đã chế tạo ra maser hoạt động được đầu tiên (tiền thân của laser) nhờ sử dụng amoniac làm tác nhân kích thích.

Chương 6: Hoàn thiện bảng tuần hoàn… bằng một vụ nổ

Trang 99 “một danh sách đầy đủ và chính xác”: Urbain không phải là người duy nhất bị Moseley làm cho bẽ mặt. Thiết bị của Moseley cũng đã loại bỏ tuyên bố phát hiện ra nguyên tố thứ 43 là nipponi của Masataka Ogawa (xem chương 8).

Trang 100 “một trong những tội ác ghê tởm nhất trong lịch sử mà không gì bù đắp được”: Nếu muốn tìm tài liệu về các mệnh lệnh và trận hỗn chiến đã dẫn đến cái chết của Moseley, hãy xem *The Making of the Atomic Bomb* của Richard Rhodes. Và nói thật là bạn nên đọc hết, vì nó là tài liệu tốt nhất từng được viết về lịch sử khoa học thế kỷ 20.

Trang 100 “chỉ là đồ bỏ”: Bài báo trên tạp chí *Time* đề cập đến việc phát hiện ra nguyên tố 61 cũng gồm một mẩu tin nhỏ hỏi nên đặt tên nào cho nguyên tố này: “Có người đề nghị [đặt tên cho nguyên tố này] là grovesi theo tên Thiếu tướng Leslie R. Groves, người đứng đầu phía quân đội của dự án bom nguyên tử. Ký hiệu hóa học: Grr”.

Trang 102 “giống Pac-Man”: Bên cạnh mô hình hạt nhân hấp thụ electron kiểu Pac-Man, các nhà khoa học bấy giờ cũng phát triển mô hình “bánh pudding mận”: các electron giống như nho khô trong một “bánh pudding” mang điện tích dương (Rutherford bác bỏ điều này khi chứng minh được sự tồn tại của hạt nhân). Sau khi phát hiện ra phản ứng phân hạch, các nhà khoa học đã xây dựng mô hình giọt chất lỏng: các hạt nhân lớn tách ra giống như một giọt nước trên bề mặt tách gọn gàng ra thành hai

giọt vậy. Nghiên cứu của Lise Meitner rất quan trọng trong việc phát triển mô hình giọt chất lỏng.

Trang 106 "nhằm tìm ra kiểu thiết kế bom khả dụng trong thực tế": Các trích dẫn của George Dyson có thể tìm thấy trong cuốn sách của ông *Project Orion: The True Story of the Atomic Spaceship*.

Trang 107 "không giống bất cứ cách thức thông thường nào": Câu trích dẫn về phương pháp Monte Carlo như "một phương pháp mới không giống bất cứ nơi nào trên bản đồ phương pháp thông thường" xuất hiện trong cuốn *Image and Logic* của Peter Louis Galison.

Chương 7: Bảng tuần hoàn mở rộng, Chiến tranh Lạnh leo thang

Trang 113 "'Chuyện nhà nhà' của tờ The New Yorker": Mục báo xuất hiện trong *The New Yorker* số ra ngày 8/4/1950, được viết bởi E. J. Kahn Jr.

Trang 119 "kích hoạt chuông báo cháy lần cuối vào sáng hôm sau": Để có thông tin chi tiết hơn về các thí nghiệm tìm ra nguyên tố từ 94 đến 110 và thông tin đời tư về nhà khoa học, mời bạn đọc tiểu sử của Glenn Seaborg, đặc biệt là cuốn *Adventures in the Atomic Age* (con trai ông, Eric, là đồng tác giả). Cuốn sách này thực sự thú vị bởi Seaborg là trung tâm của rất nhiều ngành khoa học quan trọng, và có một vai trò chính trị lớn trong nhiều thập kỷ. Nhưng thành thật mà nói, phong cách viết thận trọng của Seaborg khiến cuốn sách nhiều chỗ hơi nhạt nhẽo.

Trang 122 "nhà máy luyện niken này": http://www.time.com/time/specials/2007/article/0,28804,1661031_1661028_1661022,00.html.

Trang 127 "Đó là nguyên tố thứ 112: copernici (Cn)": Có phần tương tự như trong sách này, nhưng câu chuyện mà tôi đã viết cho Slate. com vào tháng 6 năm 2009 ("Periodic Discussions," http://www.slate.com/id/2220300/) đề cập chi tiết tại sao cần tròn 13 năm để công nhận copernici là nguyên tố chính thức của bảng tuần hoàn.

Chương 8: Từ vật lý đến sinh học

Trang 132 "họ có được 42 giải": Ngoài Segrè, Shockley và Pauling, 12 nhà khoa học khác trên trang bìa của *Time* là George Beadle, Charles Draper, John Enders, Donald Glaser, Joshua Lederberg, Willard Libby, Edward Purcell, Isidor Rabi, Edward Teller, Charles Townes, James Van Allen và Robert Woodward.

Bài "Nhân vật của năm" trên tờ *Time* có đăng những lời sau đây của Shockley về chủng tộc. Ông coi đó là lời khen (hiển nhiên), nhưng quan điểm của Shockley về Bunche nghe rất kỳ lạ ngay cả vào thời điểm đó, giờ nhìn lại càng thấy ghê. "Là một nhà lý thuyết, ông không ngừng tìm tòi về những ứng dụng thực tiễn trong công việc nghiên cứu của mình." Shockley đáp: 'Hỏi rằng có bao nhiêu nghiên cứu là thuần túy và bao nhiêu có tính ứng dụng cũng không khác nào thắc mắc về việc Ralph Bunche có bao nhiêu phần trăm dòng máu da đen vậy. Điều quan trọng nhất là Ralph Bunche là một người tuyệt vời.'"

Bài báo cũng cho thấy huyền thoại rằng Shockley là người góp công chính trong phát minh transistor đã bám rễ sâu thế nào: "Được tuyển vào làm ở Phòng thí nghiệm Điện thoại Bell ngay sau khi tốt nghiệp MIT vào năm 1936, nhà vật lý lý thuyết Shockley là một thành viên trong nhóm nghiên cứu đã tìm ra ứng dụng cho những gì mà trước đây vẫn bị coi là trò đùa khoa học: sử dụng silic và gecmani làm thiết bị quang điện. Cùng với các thành viên trong nhóm, Shockley đã giành giải Nobel nhờ biến những khối gecmani thành transistor đầu tiên: những tinh thể nhỏ nhanh chóng thay thế ống chân không trong ngành công nghiệp điện tử hiện đang bùng nổ".

Trang 138 "Ida Noddack – người may mắn nhất trong số những người may mắn": Với tư cách một nhà hóa học, Ida Noddack đã có những việc làm rất mâu thuẫn. Bà đã góp phần tìm ra nguyên tố thứ 75, nhưng nhóm của bà làm việc đã mắc sai lầm với nguyên tố thứ 43. Bà dự đoán về phản ứng phân hạch trước bất kỳ ai; nhưng đồng thời bà cũng cho rằng bảng tuần hoàn là một thứ vô dụng, vì sự xuất hiện của rất nhiều đồng vị mới khiến nó trở nên khó sử dụng. Không hiểu sao Noddack tin rằng mỗi đồng

vị là nguyên tố riêng, và bà đã cố gắng thuyết phục người khác nên loại bỏ hệ thống tuần hoàn.

Trang 138 "'Thật khó hiểu cho sự mù quáng của chúng tôi": Trích dẫn của Segrè về Noddack và phản ứng phân hạch trong tiểu sử của ông *Enrico Fermi: Physicist*.

Trang 141 "một phân tử bất thường": Pauling (cùng các đồng nghiệp Harvey Itano, S. Jonathan Singer và Ibert Wells) đã xác định rằng huyết sắc tố khiếm khuyết gây ra bệnh thiếu máu hồng cầu hình liềm khi cho các tế bào khiếm khuyết chạy qua một gel trong điện trường. Các tế bào có huyết sắc tố khỏe mạnh di chuyển một chiều trong điện trường, còn tế bào hình liềm di chuyển theo hướng ngược lại. Điều này nghĩa là chúng có điện tích trái dấu, hay một sự khác biệt đã phát sinh ở cấp độ nguyên tử.

Thật thú vị, Francis Crick đã trích dẫn bài báo đó của Pauling và nói nó có ảnh hưởng lớn với ông, vì đây chính xác là loại sinh học phân tử cốt lõi mà Crick quan tâm.

Trang 142 "ADN chỉ được coi là một phân tử thừa thãi": Thật thú vị, các nhà sinh học đang dần trở lại với quan điểm gốc từ thời Miescher rằng protein là yếu tố mấu chốt của sinh học di truyền. Gen là mối quan tâm của các nhà khoa học trong nhiều thập kỷ và sẽ luôn là thế. Nhưng họ nhận ra rằng gen không thể giải thích cho sự phức tạp đáng kinh ngạc ở những sinh vật sống, và còn nhiều điều khác đang diễn ra. Hệ gen học là công việc căn bản, nhưng protein học mới là nơi ra tiền.

Trang 142 "chính là ADN": Nói một cách chính xác, các thí nghiệm virus năm 1952 với lưu huỳnh và photpho (do Alfred Hershey và Martha Chase thực hiện) không phải thí nghiệm đầu tiên chứng minh rằng ADN mang thông tin di truyền. Vinh dự đó thuộc về nghiên cứu với vi khuẩn do Oswald Avery thực hiện, công bố năm 1944. Avery đã làm sáng tỏ vai trò thực sự của ADN nhưng công trình của ông ban đầu không được tin tưởng rộng rãi. Mọi người bắt đầu chấp nhận nó vào năm 1952; chỉ sau các thí nghiệm của Hershey-Chase thì những người như Linus Pauling mới thực sự tham gia vào nghiên cứu ADN.

Mọi người thường viện dẫn Avery (và Rosalind Franklin – người vô tình nói với Watson và Crick rằng ADN là một chuỗi xoắn kép) như ví dụ điển hình của những người hụt giải Nobel. Điều đó không hoàn toàn chính xác. Hai nhà khoa học đó chưa bao giờ có giải, nhưng cả hai đã qua đời vào năm 1958 và không ai giành được giải thưởng Nobel nhờ ADN cho đến năm 1962. Nếu họ vẫn còn sống, ít nhất một trong hai người đã có thể chia sẻ giải thưởng.

Trang 144 "James Watson, Francis Crick": Để tham khảo thêm các tài liệu chính liên quan đến Pauling và cuộc cạnh tranh với Watson và Crick, hãy xem trang web tuyệt vời do Đại học bang Oregon tạo ra, nơi lưu trữ nội dung của hàng trăm giấy tờ và thư cá nhân của Pauling và cũng sản xuất bộ phim tài liệu "Linus Pauling and the Race for ADN": http://osulibrary.oregonstate.edu/specialcollections/coll/pacing/dna/index.html.

Trang 146 "trước khi Pauling kịp nhận ra": Sau sự kiện ADN, Ava Pauling (vợ của Linus) đã mắng ông xối xả. Cho rằng mình sẽ giải mã thành công ADN, lúc đầu Linus đã không thực sự tính toán cẩn thận cho công trình này và Ava nói rằng: "Nếu [ADN] quan trọng đến vậy, tại sao anh không gắng sức hơn?" Nhưng dù vậy Linus vẫn yêu bà sâu sắc. Và có lẽ một lý do khiến ông ở lại CalTech rất lâu và không bao giờ chuyển đến Berkeley là do Robert Oppenheimer (một trong những thành viên nổi bật ở Berkeley, và sau này là người đứng đầu Dự án Manhattan) đã từng cố gắng tán tỉnh Ava – điều này khiến Linus tức điên.

Trang 146 "ông giành giải Nobel Vật lý bốn năm sau đó": Ngay cả giải thưởng Nobel của Segrè sau đó cũng bị vấy bẩn bởi những lời buộc tội (có thể không có cơ sở) rằng ông đã đánh cắp ý tưởng khi thiết kế các thí nghiệm tìm ra phản proton. Segrè và đồng nghiệp Owen Chamberlain thừa nhận đã làm việc với nhà vật lý cạnh tranh là Oreste Piccioni về các phương pháp tập trung và định hướng chùm hạt bằng nam châm, nhưng họ phủ nhận rằng các ý tưởng của Piccioni rất hữu dụng và họ không liệt kê ông là một trong những tác giả của bài báo quan trọng. Piccioni sau đó đã góp phần khám phá ra phản neutron. Sau khi Segrè và Chamberlain giành giải vào năm 1959, Piccioni vẫn thấy ấm ức về sự xem thường này suốt nhiều năm, và cuối cùng đã đệ đơn kiện đòi 125.000 đô la Mỹ vào năm

1972. Thẩm phán đã bác đơn, không phải vì thiếu lập trường khoa học mà vì nó được đệ trình sau khi sự việc xảy ra hơn một thập kỷ.

Trong lời cáo phó của *The New York Times* dành cho Piccioni vào ngày 27/4/2002 có viết: "Ông sẽ đạp tung cửa trước nhà bạn và nói rằng mình có ý tưởng hay nhất thế giới', Tiến sĩ William A. Wenzel, nhà khoa học chuyên nhiệm danh dự tại Phòng thí nghiệm quốc gia Lawrence Berkeley, người từng nghiên cứu về thí nghiệm phản neutron cho biết. 'Tôi biết Oreste có rất nhiều ý tưởng, thậm chí là cả tá mỗi phút. Có những ý tưởng tốt, một số thì không. Tuy nhiên, tôi cảm thấy ông là một nhà vật lý giỏi và đã đóng góp cho thí nghiệm của chúng tôi".

Chương 9: Hành lang độc: "Itai-Itai"

Trang 153 "thành tích khủng khiếp": Ngày nay vẫn có người chết vì ngộ độc tali. Năm 1994, những người lính Nga làm việc tại một kho vũ khí cũ thời Chiến tranh Lạnh đã tìm thấy một hộp bột trắng được tẩm nguyên tố này. Mặc dù không biết nó là gì, họ đã trộn nó với thuốc lá. Một vài người thậm chí còn hít nữa. Tất cả đều mắc một căn bệnh bí ẩn và một số đã chết. Đáng buồn hơn, hai con của một phi công chiến đấu Iraq đã chết vào đầu năm 2008 sau khi ăn một chiếc bánh sinh nhật có tẩm tali. Động cơ của vụ đầu độc không rõ ràng.

Trang 157 "trong nhà kho ở sân sau": Nhiều tờ báo ở Detroit đã theo dõi David Hahn trong nhiều năm, nhưng để biết chi tiết nhất về câu chuyện của Hahn, hãy xem bài viết của Ken Silverstein trên tạp chí Harper's: "The Radioactive Boy Scout" (tháng 11 năm 1998). Sau đó, Silverstein đã phát triển bài báo thành một cuốn sách cùng tên.

Chương 10: Uống hai nguyên tố và sáng mai gọi tôi

Trang 164 "mang mũi đồng nhẹ và rẻ tiền hơn": Ngoài việc nghiên cứu lớp vỏ quanh chiếc mũi giả của Brahe, khi khai quật xác của ông, các nhà khảo cổ cũng tìm thấy dấu hiệu ngộ độc thủy ngân trong bộ ria mép – có lẽ do nghiên cứu thuật giả kim. Câu chuyện thường nghe về cái chết của Brahe là ông chết vì vỡ bàng quang. Tại bữa tiệc tối với một số nhân vật thứ yếu hoàng gia, Brahe đã uống quá nhiều nhưng không chịu đi vệ sinh,

vì nghĩ rằng rời bàn trước những người có địa vị xã hội cao hơn là thô lỗ. Khi trở về nhà, ông không thể đi tiểu được nữa và đã vật vã suốt 11 ngày sau đó rồi chết. Câu chuyện đã trở thành một truyền thuyết nhưng Brahe cũng (rất) có thể đã chết vì ngộ độc thủy ngân.

Trang 165 "được tráng đồng": Thành phần của đồng xu Mỹ: đồng xu mới (từ năm 1982) chứa 97,5% kẽm, nhưng có phủ lớp đồng mỏng để khử trùng phần mà người dùng chạm vào (đồng xu cũ chứa 95% đồng). Đồng 5 xu chứa 75% đồng, còn lại là niken. Đồng 10 xu, 25 xu và 50 xu chứa 91,67% đồng, còn lại là niken. Đồng xu 1 đô la Mỹ (trừ những đồng tiền vàng được phát hành đặc biệt) chứa 88,5% đồng, 6% kẽm, 3,5% mangan và 2% niken.

Trang 165 "chiếc thuyền lẻ mái": Một số sự thật khác về vanadi: máu của một số sinh vật (không biết tại sao) chứa vanadi thay vì sắt, khiến máu chúng có màu đỏ hoặc xanh của vỏ táo. Vanadi cũng khiến lưỡi con người chuyển thành xanh lục. Khi được pha vào thép, vanadi tăng độ bền đáng kể cho hợp kim mà không khiến nó nặng thêm (giống molypden và vonfram – xem chương 5). Henry Ford từng nói: "Sao? Vì không có vanadi thì sẽ không có ô tô!".

Trang 166 "buộc phải ghép cặp với một electron khác": Phép ẩn dụ trên xe buýt về cách electron lần lượt lấp đầy các lớp cho đến khi "một ai đó" buộc phải ghép cặp là một trong những ẩn dụ tốt nhất của hóa học: vừa gần gũi vừa chính xác. Nó bắt nguồn từ Wolfgang Pauli – người đưa ra Nguyên lý Loại trừ Pauli vào năm 1925.

Trang 167 "chữa trị ung thư mà không cần phẫu thuật": Ngoài gadolini, vàng thường được coi là có hy vọng nhất trong điều trị ung thư. Tia hồng ngoại – đi qua cơ thể và khiến cơ thể nóng lên – bị vàng hấp thụ. Dẫn các hạt phủ vàng vào khối u có thể giúp tiêu diệt chúng mà không làm tổn hại các mô xung quanh. Phương pháp này được phát minh bởi John Kanzius, một doanh nhân và kỹ thuật viên vô tuyến đã trải qua 36 vòng hóa trị vì bệnh bạch cầu (bắt đầu từ năm 2003). Ông buồn nôn và đau đớn vì hóa trị; cùng sự tuyệt vọng khi chứng kiến những đứa trẻ bị ung thư gặp trong bệnh viện, ông đã quyết tìm ra cách tốt hơn. Ông nảy ra ý tưởng gia

nhiệt các phần tử kim loại vào một đêm nọ, và đã chế tạo một nguyên mẫu bằng cách sử dụng hay nướng bánh của vợ mình. Ông tiêm một dung dịch kim loại hòa tan vào một nửa cái hot-dog và đặt nó vào một buồng sóng vô tuyến cường độ cao. Phần hot-dog có tiêm dung dịch nóng lên, trong khi nửa còn lại vẫn lạnh.

Trang 167 "rao bán như thực phẩm chức năng": Trong tạp chí Smithsonian số ra tháng 5 năm 2009, bài báo "Honorable Mentions: Near Misses in the Genius Department" đã mô tả Stan Lindberg, một nhà hóa học thực nghiệm táo bạo đã tự mình "ăn mọi nguyên tố của bảng tuần hoàn". Bài báo viết: "Ngoài việc nắm giữ kỷ lục Bắc Mỹ về ngộ độc thủy ngân, tác phẩm "Fear and Loathing in the Lanthanides" của ông về chén ytecbi trong ba tuần đã trở thành một câu chuyện kinh điển".

Tôi đã dành nửa giờ để cố gắng tìm "Fear và Loathing in the Lanthanides", trước khi nhận ra mình đã bị lừa. Đây hoàn toàn là một trò hư cấu. (Các nguyên tố là những tạo vật kỳ lạ, và ytecbi rất có thể khiến người ta "phê", ai mà biết được.)

Trang 167 "'phương thuốc' như bạc": Tạp chí *Wired* đã đăng tải một câu chuyện ngắn vào năm 2003 về sự tái nổi lên trên mạng của "những trò lừa về sức khỏe của bạc". Tạp chí cảnh báo: "Trong khi đó, các bác sĩ trên cả nước đã ghi nhận sự gia tăng các trường hợp nhiễm độc bạc. Ông Bill Robertson, giám đốc y tế của Trung tâm Ngộ độc Seattle cho biết: "Trong một năm rưỡi qua, tôi đã thấy sáu trường hợp ngộ độc bạc từ những thứ được gọi là thực phẩm chức năng này. Đó là những trường hợp đầu tiên tôi thấy trong 50 năm hành nghề y".

Trang 171 "chỉ thuận một bên, hay còn gọi là 'thủ tính'": Có vẻ nói hơi quá khi khẳng định rằng con người hoàn toàn thuận trái ở cấp độ phân tử. Mặc dù mọi protein trong cơ thể đều thuận trái, nhưng các phân tử cacbohydrat và ADN của chúng ta đều là các phiên bản thuận phải. Dù gì đi nữa, ý chính của Pasteur vẫn là: trong các bối cảnh khác nhau, cơ thể chúng ta mong đợi và chỉ có thể xử lý các phân tử với thủ tính cụ thể. Các tế bào không thể hiểu được ADN phiên bản thuận trái, và nếu được cho ăn các phân tử đường thuận trái, cơ thể chúng ta sẽ chết đói.

Trang 173 "cậu bé đã sống": Cậu bé Joseph Meister được Pasteur cứu khỏi bệnh dại đã trở thành người làm vườn cho Viện Pasteur. Ông vẫn ở đây vào năm 1940 khi lính Đức tràn vào Pháp. Khi một sĩ quan Đức yêu cầu Meister (người giữ khóa) mở khóa hầm mộ để nhìn xương của Pasteur, Meister đã tự sát chứ không chịu nghe theo.

Trang 176 "được cấp cho I.G. Farbenindustrie năm 1909": Công ty I.G. Farbenindustrie (IGF) mà Domagk làm việc sau này đã nổi tiếng toàn thế giới vì sản xuất Zyklon B – chất độc mà Đức Quốc Xã đã dùng để giết các tù nhân trong trại tập trung (xem chương 5). Công ty bị giải thể ngay sau Thế Chiến II, và nhiều giám đốc đã phải đối mặt với cáo buộc tội ác chiến tranh tại tòa Nürnberg (United States v. Carl Krauch, et al.) vì đã tiếp tay cho Đức Quốc Xã ngược đãi tù nhân và bắt giữ binh lính. "Hậu duệ" của IGF ngày nay gồm cả Bayer và BASF.

Trang 177 "giữa tính chất hóa học của chất sống và chất không sống": Tuy nhiên, vũ trụ dường như cũng có tính bất đối ở các cấp độ khác: từ hạ nguyên tử đến siêu thiên hà. Phân rã beta của coban-60 là quá trình bất đối; các nhà vũ trụ học đã thu được bằng chứng sơ bộ rằng các thiên hà ở trên cực bắc thiên hà của chúng ta có xu hướng quay theo xoắn ốc ngược chiều kim đồng hồ và theo xoắn ốc thuận chiều kim đồng hồ ở dưới cực nam.

Trang 178 "thảm họa dược phẩm tồi tệ nhất thế kỷ 20": Một số nhà khoa học gần đây đã tái hiện lý do tại sao các hiệu ứng tàn phá của thalidomit lại vượt qua các thử nghiệm lâm sàng. Vì thalidomit không gây ra dị tật bẩm sinh ở lứa chuột và Grünenthal (công ty Đức sản xuất thalidomit) đã không thử nghiệm cẩn thận ở người sau thử nghiệm với chuột. Loại thuốc này không được chấp thuận cho phụ nữ mang thai ở Mỹ vì Frances Oldham Kelsey – người đứng đầu Cục quản lý Thực phẩm và Dược phẩm – từ chối khuất phục trước áp lực vận động hành lang để thông qua nó. Thalidomit hiện đang quay lại để điều trị các bệnh như bệnh phong với hiệu quả rõ rệt. Đây cũng là một chất chống ung thư tốt vì nó hạn chế sự phát triển của khối u bằng cách ngăn chặn các mạch máu mới hình thành. Đó cũng là lý do tại sao nó gây ra dị tật bẩm sinh khủng khiếp: vì các chi của phôi thai không thể có được chất dinh dưỡng cần thiết để phát triển. Thalidomit vẫn còn một chặng đường dài để được chấp nhận. Hầu

hết các nước đều có quy định nghiêm ngặt để đảm bảo các bác sĩ không cung cấp thuốc này cho phụ nữ trong độ tuổi sinh đẻ, phòng trường hợp họ mang thai.

Trang 179 “làm sao biết phân biệt thủ tính?”: William Knowles đã “giải mã” phân tử bằng cách phá vỡ một liên kết đôi. Khi cacbon hình thành liên kết đôi, nó chỉ có ba “cánh tay”: hai liên kết đơn và một liên kết đôi. (Vẫn có tám electron chia cho ba liên kết này.) Các nguyên tử cacbon có liên kết đôi thường tạo thành phân tử hình tam giác: vì sự sắp xếp ba chiều giữ các electron của chúng cách nhau xa nhất (120 độ). Khi liên kết đôi bị phá vỡ, ba “cánh tay” của cacbon trở thành bốn. Khi đó, cách để giữ các electron cách nhau xa nhất không phải là tạo thành một hình vuông, mà là tứ diện. (Mỗi đỉnh trong hình vuông là một góc 90 độ, còn trong tứ diện là 109,5 độ.) Cánh tay thêm vào có thể mọc lên trên hoặc bên dưới phân tử, từ đó tạo ra phân tử thuận trái hoặc phải.

Chương 11: Những nguyên tố lừa lọc

Trang 183 “trong máy gia tốc hạt dưới lòng đất”: Một giáo sư đại học từng ám ảnh tôi bằng câu chuyện về việc vài người chết ngạt vì nitơ trong máy gia tốc hạt tại Los Alamos vào những năm 1960, trong hoàn cảnh rất giống với vụ tai nạn của NASA. Sau tai nạn chết người tại Los Alamos, giáo sư đã thêm 5% cacbon dioxit vào hỗn hợp khí trong các máy gia tốc mà ông làm việc như một biện pháp an toàn. Sau đó, ông viết thư cho tôi: “Tôi đã tình cờ được thử nghiệm khoảng một năm sau, khi một sinh viên cao học làm điều tương tự [quên bơm khí trơ ra ngoài và để không khí có oxy trở lại]. Tôi đi vào khi khoang áp suất vẫn còn đầy khí trơ... Nhưng thực ra không hẳn vậy, [vì] khi vừa đưa vai qua cửa, tôi đã ở trong trạng thái tuyệt vọng, thở hổn hển vì mệnh lệnh ‘thở nhiều hơn đi!’ từ trung tâm hô hấp của mình”. Không khí bình thường chứa 0,03% CO_2, nên thở một hơi không khí pha CO_2 này hiệu quả hơn khoảng 167 lần.

Trang 187 “sẽ mau chóng trở nên độc hại”: Thật đáng hổ thẹn, năm 1999, Chính phủ Mỹ thừa nhận rằng họ đã cố tình phơi nhiễm tới 26.000 nhà khoa học và kỹ thuật viên với hàm lượng beri bột cao, đến độ hàng trăm người mắc bệnh beri mãn tính và các bệnh liên quan. Hầu hết người

bị đầu độc làm việc trong ngành hàng không vũ trụ, quốc phòng hoặc năng lượng nguyên tử. Chính phủ Mỹ luôn tin những lĩnh vực này là tối quan trọng và không thể trì hoãn hay cản trở, nên họ không những không cải thiện các tiêu chuẩn an toàn mà cũng không tìm cách phát triển một chất khác thay thế beri. *Pittsburgh Post-Gazette* đã có một bài bóc trần phê phán dài trên trang nhất vào thứ ba, ngày 30/3/1999. Nó có tựa đề "Những thập kỷ đầy hiểm nguy", nhưng một dòng tít phụ lại minh họa rõ ràng hơn: "Liên minh chết người: Cách ngành công nghiệp và chính phủ chọn vũ khí thay vì người làm việc".

Trang 189 "và canxi": Tuy nhiên, các nhà khoa học tại Trung tâm cảm quan hóa học Monell ở Philadelphia tin rằng ngoài vị ngọt, chua, mặn, đắng và thơm ngon (umami), con người còn có một vị riêng biệt cho canxi. Họ chắc chắn đã tìm thấy nó ở chuột và một số người cũng có phản ứng với nước bổ sung canxi. Vậy canxi có vị như thế nào? Một thông báo về những phát hiện này cho biết: "'Canxi có vị canxi', [nhà khoa học chủ chốt Michael] Tordoff nói. 'Không có từ nào tốt hơn để mô tả. Nó đắng, có lẽ hơi chua, nhưng còn nhiều nữa vì có những thụ thể thực sự cho canxi'".

Trang 189 "cũng chẳng khác gì đụn cát": Các chồi vị giác chua cũng có thể bị nhạt. Những chồi vị giác này phản ứng chủ yếu với ion H^+, nhưng vào năm 2009, các nhà khoa học phát hiện ra chúng cũng có thể cảm nhận được vị của cacbon dioxit. (CO_2 kết hợp với H_2O tạo ra axit yếu H_2CO_3 – hẳn là lý do những chồi vị giác này phát triển mạnh.) Các bác sĩ phát hiện ra điều này nhờ một số loại thuốc kê đơn có tác dụng phụ là loại bỏ khả năng nếm cacbon dioxit. Tình trạng này được gọi là "champagne blues", vì tất cả đồ uống có ga đều có vị nhạt.

Chương 12: Các nguyên tố chính trị

Trang 198 "giết chết Pierre": Pierre chắc cũng không sống được lâu. Rutherford nhớ từng có lần xem Pierre Curie thực hiện một thí nghiệm phát sáng trong bóng tối đáng kinh ngạc với radi. Nhưng trong ánh sáng màu xanh lá cây mờ, Rutherford tinh ý nhận thấy những vết sẹo bao phủ những ngón tay sưng tấy và thấy Pierre điều khiển ống nghiệm khó khăn thế nào.

Trang 199 "đời sống cá nhân nhiều biến cố": Để biết thêm chi tiết về vợ chồng Curie, hãy xem cuốn sách tuyệt vời *The Quantum Ten* của Sheilla Jones, kể lại những ngày đầu đầy biến cố của cơ học lượng tử (khoảng năm 1925).

Trang 199 "đã bán từng chai nước ngâm sẵn radi và thori": Nạn nhân nổi tiếng nhất của cơn sốt radi là ông trùm thép Eben Byers. Ông uống một chai Radithor chứa radi mỗi ngày trong bốn năm, tin rằng nó sẽ mang đến sự bất tử. Cuối cùng ông đã chết vì ung thư. Byers không cuồng tín về phóng xạ hơn người khác; chỉ đơn giản là ông có điều kiện để uống bao nhiêu nước tùy thích. *Wall Street Journal* tưởng niệm sự ra đi của ông với tiêu đề "Nước chứa radi hiệu quả cho đến khi hàm của ông rời ra".

Trang 204 "vị trí của nó trên bảng tuần hoàn": Để biết thêm về câu chuyện có thật về phát hiện ra hafni, hãy xem cuốn *The Periodic Table* của Eric Scerri – một tài liệu chi tiết và tuyệt vời về sự phát triển của hệ thống tuần hoàn, bao gồm các triết lý và thế giới quan thường là kỳ lạ của những người sáng lập ra nó.

Trang 205 "bằng cách uống nước nặng": Hevesy đã tiến hành các thí nghiệm nước nặng trên cá vàng cùng bản thân mình, và cuối cùng ông đã làm chết một số con cá.

Gilbert Lewis cũng sử dụng nước nặng trong nỗ lực cuối cùng để giành giải Nobel vào đầu những năm 1930. Lewis và mọi nhà khoa học khác trên thế giới (bao gồm cả Urey) biết rằng khám phá của Harold Urey về deuteri sẽ giành được giải Nobel. (Sau một sự nghiệp hầu như là mờ nhạt và những lời chế giễu từ nhà vợ, Urey trở về nhà ngay sau khi phát hiện ra deuteri và nói với vợ mình: "Em yêu, những rắc rối của chúng ta đã kết thúc.")

Lewis quyết giành giải thưởng không trượt đi đâu được này bằng cách điều tra các tác động sinh học của nước nặng. Những người khác cũng có ý tưởng tương tự, nhưng khoa vật lý của Berkeley do Ernest O. Lawrence đứng đầu tình cờ có được nguồn cung nước nặng lớn nhất thế giới. Họ có một bể nước được dùng cho các thí nghiệm phóng xạ suốt nhiều năm, và bể chứa nồng độ nước nặng tương đối cao (vài chục gram). Lewis xin

Lawrence hãy để ông tinh lọc nước nặng. Lawrence đồng ý với điều kiện Lewis phải trả lại sau khi thí nghiệm xong, vì nó cũng có thể quan trọng trong nghiên cứu của Lawrence.

Lewis đã thất hứa. Sau khi phân lập nước nặng, ông cho một con chuột uống và xem điều gì xảy ra. Một hiệu ứng kỳ cục của nước nặng cũng giống như nước biển là bạn càng uống nhiều thì càng thấy khát, vì cơ thể không thể chuyển hóa nó. Hevesy uống nước nặng với lượng không đáng kể nên cơ thể ông không nhận ra; nhưng con chuột của Lewis uống tất cả nước nặng ông có sau vài giờ và đã chết. Giết một con chuột có vẻ không phải là thí nghiệm đáng được trao giải Nobel; Lawrence đã nổi khùng khi biết tất cả nước nặng quý giá của mình đã bị một con chuột uống hết.

Trang 207 "ám hại vì hiềm khích cá nhân": Stefan Fajans (con trai Kazimierz Fajans, giờ là giáo sư danh dự của khoa nội tại trường y Đại học Michigan) đã gửi email cho tôi thêm thông tin:

Năm 1924, tôi mới 6 tuổi, nhưng khi đó và chắc chắn cả những năm tiếp theo, tôi đã nghe từ cha mình một số câu chuyện về giải Nobel rằng một tờ báo ở Stockholm đã đăng tiêu đề "K. Fajans sẽ nhận được giải Nobel" (tôi không biết đó là về hóa học hay vật lý) không phải tin đồn mà là sự thật. Tôi nhớ đã nhìn thấy một bản sao của tờ báo đó. Tôi cũng nhớ đã thấy trên tờ báo đó một bức ảnh cha tôi đi bộ trước tòa nhà ở Stockholm (có lẽ được chụp trước đó) trong trang phục có phần trang trọng (nhưng với thời đó là bình thường). Những gì tôi được nghe là một thành viên có ảnh hưởng của Ủy ban đã phản đối giải thưởng cho cha tôi vì lý do cá nhân. Dù đó là tin đồn hay là sự thực thì cũng không thể kiểm chứng, trừ khi đọc biên bản của các cuộc họp này. Tôi tin rằng chúng là bí mật. Tôi biết cha mình dự kiến sẽ nhận được giải Nobel, như ông đã được thông báo bởi một số người bạn thân thạo tin… Nhưng điều này không bao giờ xảy ra.

Trang 207 "protactini đã chốt tên": Meitner và Hahn thực ra đã đặt tên cho nguyên tố của họ là protoactini. Mãi đến năm 1949, các nhà khoa học mới rút ngắn nó bằng cách bỏ chữ 'o'.

Trang 211 "sự thiên kiến, sự độc đoán chính trị, vô tâm và hấp tấp": Có một bài phân tích tuyệt vời về Meitner, Hahn và việc trao giải Nobel trong tạp chí *Physics Today* số ra tháng 9 năm 1997 ("Câu chuyện bất công về giải Nobel sau chiến tranh" của Elisabeth Crawford, Ruth Lewin Sime và Mark Walker). Bài báo này là nguồn trích dẫn về việc Meitner bị mất giải thưởng vì "sự thiên kiến, trì trệ chính trị, thờ ơ và hấp tấp."

Trang 212 "các quy tắc đặc biệt trong việc đặt tên nguyên tố": Khi một cái tên đã được đề xuất cho một nguyên tố, nó không được phép xuất hiện lần nữa trên bảng tuần hoàn. Nếu bằng chứng cho nguyên tố này không trụ vững được hoặc ban điều hành IUPAC phủ quyết cái tên đó, nó sẽ bị liệt vào danh sách đen. Điều này có thể mang lại cảm giác thỏa mãn trong trường hợp của Otto Hahn, nhưng cũng có nghĩa là không ai có thể đặt tên cho một nguyên tố là "jolioti" theo tên của Irène hay Frédéric Joliot-Curie được nữa (vì "jolioti" từng là ứng cử viên chính thức cho nguyên tố thứ 105). Không rõ liệu "ghiorsi" còn cơ hội nữa không. Có thể "alghiorsi" sẽ được chấp nhận, dù IUPAC không ủng hộ việc dùng cả tên lẫn họ. Trên thực tế, họ từng từ chối cái tên "nielsbohri" và thay bằng "bohri" cho nguyên tố 107. Quyết định này khiến nhóm nghiên cứu Tây Đức đã phát hiện ra nguyên tố 107 phật lòng, vì "bohri" nghe quá giống bo và bari.

Chương 13: Những nguyên tố được dùng làm tiền tệ

Trang 218 "ở Colarado vào những năm 1860": Việc các hợp chất vàng-telu được phát hiện ở vùng núi Colorado có thể thấy rõ qua tên của thị trấn khai thác mỏ Telluride (Colorado).

Trang 221 "Đó chính là hiện tượng huỳnh quang": Để tránh nhầm lẫn (vẫn thường xảy ra), "phát quang" là thuật ngữ chỉ một chất hấp thụ và phát ra ánh sáng. "Huỳnh quang" là quá trình tức thời được mô tả trong chương này. "Lân quang" tương tự huỳnh quang: các phân tử hấp thụ ánh sáng tần số cao và phát ra ánh sáng tần số thấp, nhưng phân tử lân quang hấp thụ ánh sáng như pin và tiếp tục phát sáng sau khi đèn tắt. Cả huỳnh quang và lân quang đều xuất phát từ các nguyên tố của bảng tuần hoàn: flo và photpho, hai nguyên tố nổi bật nhất trong số các phân tử thể hiện đặc tính này sớm nhất.

Trang 227 "cuộc cách mạng bán dẫn silic 80 năm sau đó": Định luật Moore nói rằng lượng transistor silic trên một vi mạch sẽ tăng gấp đôi sau mỗi 18 tháng. Thật đáng kinh ngạc khi nó vẫn đúng kể từ những năm 1960. Nếu định luật này đúng với nhôm, Alcoa sẽ sản xuất đến 181 tấn nhôm mỗi ngày sau khi bắt đầu được hai thập kỷ, chứ không chỉ 40.000 kg. Nhôm đã hoạt động hiệu quả nhưng không đủ để đánh bại người hàng xóm của mình trên bảng tuần hoàn.

Trang 227 "cổ phiếu Alcoa trị giá 30 triệu đô la Mỹ": Có một số sự không nhất quán về tài sản của Charles Hall khi ông qua đời. Ba mươi triệu đô la Mỹ là con số lớn nhất khả dĩ. Sự nhầm lẫn có thể là do Hall qua đời năm 1914, nhưng tài sản của ông 14 năm sau đó mới được dàn xếp xong. Một phần ba tài sản của ông thuộc về Học viện Oberlin.

Trang 228 "Sự bất đồng trong cách viết": Bên cạnh sự khác biệt giữa các ngôn ngữ, sự khác biệt về cách viết *trong* một ngôn ngữ cũng xảy ra với cesi (người Anh có xu hướng đọc là "caesi") và lưu huỳnh (*sulfur*) mà nhiều người vẫn đọc là "sulphur." Bạn có thể tranh luận rằng nguyên tố 101 nên được đọc là mendeleevi, không phải mendelevi; nguyên tố 111 nên được đọc là röntgeni, không phải roentgeni.

Chương 14: Những nguyên tố nghệ thuật

Trang 229 "Sybille Bedford đã chiêm nghiệm được": Trích dẫn của Sybille Bedford được lấy từ cuốn tiểu thuyết *A Legacy* của bà.

Trang 230 "một thú vui": Nói về những sở thích kỳ lạ, tôi không thể *không* chia sẻ điều này trong một cuốn sách đầy những câu chuyện kỳ quặc về nguyên tố. Phép đảo chữ này đã giành giải Hạng mục đặc biệt cho tháng 5 năm 1999 tại trang web Anagrammy.com. Theo tôi biết thì "phép đảo chữ kép" này là trò chơi chữ tuyệt nhất thiên niên kỷ. Nửa đầu là ba mươi nguyên tố trên bảng tuần hoàn bằng với nửa sau là ba mươi nguyên tố khác:

hydrogen + zirconium + tin + oxygen + rhenium + platinum + tellurium + terbium + nobelium + chromium + iron + cobalt + carbon + aluminum + ruthenium + silicon + ytterbium + hafnium + sodium + selenium + cerium +

manganese + osmium + uranium + nickel + praseodymium + erbium + vanadium + thallium + plutonium

=

nitrogen + zinc + rhodium + helium + argon + neptunium + beryllium + bromine + lutetium + boron + calcium + thorium + niobium + lanthanum + mercury + fluorine + bismuth + actinium + silver + cesium + neodymium + magnesium + xenon + samarium + scandium + europium + berkelium + palladium + antimony + thulium

Một điều tuyệt vời. Điều bất ngờ là nếu thay từng nguyên tố bằng số hiệu nguyên tử của nó thì tổng của cả hai vế vẫn bằng nhau.

1 + 40 + 50 + 8 + 75 + 78 + 52 + 65 + 102 + 24 + 26 + 27 + 6 + 13 + 44 + 14 + 70 + 72 + 11 + 34 + 58 + 25 + 76 + 92 + 28 + 59 + 68 + 23 + 81 + 94

=

7 + 30 + 45 + 2 + 18 + 93 + 4 + 35 + 71 + 5 + 20 + 90 + 41 + 57 + 80 + 9 + 83 + 89 + 47 + 55 + 60 + 12 + 54 + 62 + 21 + 63 + 97 + 46 + 51 + 69

=

1416

Tác giả Mike Keith của phép đảo chữ cho biết: “Đây là phép đảo chữ kép dài nhất từng được đề ra (sử dụng các nguyên tố hóa học, hay bất kỳ loại nào khác mà tôi được biết).

Tương tự còn có bài hát vô song của Tom Lehrer: “The Elements.” Anh đã sử dụng giai điệu từ bài “I Am the Very Model of a Modern Major-General” của Gilbert và Sullivan để đọc tên mọi nguyên tố trên bảng tuần hoàn trong vẻn vẹn 36 giây. Hãy tìm trên YouTube: “There’s antimony, arsenic, aluminum, selenium…”

Trang 232 “Plutonist”: Plutonist đôi khi còn được gọi là Vulcanist theo tên thần lửa Vulcan. Tên gọi này nhấn mạnh vai trò của núi lửa trong việc hình thành đá.

Trang 234 “các cột của Döbereiner”: Döbereiner không gọi các nhóm nguyên tố của mình là “bộ ba” mà là “tương hợp”, một phần trong lý thuyết lớn hơn về mối quan hệ hóa học của ông – một thuật ngữ đã truyền cảm hứng cho Goethe (người thường xuyên tham dự các bài giảng của Döbereiner tại Jena) đặt tên tiểu thuyết *Elective Affinities* (Tương hợp chọn lọc).

Trang 235 “cũng có thể trông đầy uy nghiêm”: Một thiết kế hoành tráng khác lấy cảm hứng từ các nguyên tố là bàn bảng tuần hoàn bằng gỗ, một chiếc bàn cà phê do Theodore Grey tạo nên. Trên mặt của chiếc bàn này có hơn một trăm vị trí; Grey đã lưu trữ các mẫu của mọi nguyên tố còn tồn tại, cả nhiều mẫu nguyên tố hoàn toàn nhân tạo. Tất nhiên, ông chỉ có một ít nguyên tố nhân tạo mà thôi. Các mẫu franci và atatin của ông – hai nguyên tố tự nhiên hiếm nhất – thực ra là những khối urani. Lý luận của Grey là sâu bên trong những khối này vẫn tồn tại vài nguyên tử của franci và atatin (đúng là vậy, cũng chưa ai làm được tốt hơn). Bên cạnh đó, hầu hết nguyên tố trên bảng tuần hoàn đều là kim loại màu xám nên cũng khó phân biệt chúng.

Trang 237 “ruteni bắt đầu xuất hiện trong ngòi bút của Parker 51 từ năm 1944”: Để biết thêm chi tiết về quá trình luyện kim của Parker 51, hãy đọc “Who Was That Man?” (Daniel A. Zazove và L. Michael Fultz) trên tờ *Pennant* số ra mùa thu năm 2000, ấn phẩm riêng của Pen Collectors of America. Các tài liệu khác về bút Parker là Parker51.com và Vintagepens.com.

Trên thực tế, đầu bút nổi tiếng của Parker 51 gồm 96% ruteni và 4% iridi. Công ty quảng cáo ngòi này được làm bằng “platheni” siêu bền, có lẽ để đánh lừa các đối thủ cạnh tranh rằng bí quyết nằm ở bạch kim đắt đỏ.

Trang 239 “Remington lập tức cho in bức thư này”: Nội dung bức thư Twain gửi cho Remington (mà công ty đã in nguyên văn) như sau:

GENTLEMEN: Please do not use my name in any way. Please do not even divulge the fact that I own a machine. I have entirely stopped using the Type- Writer, for the reason that I never could write a letter with it to anybody without receiving a request by return mail that I would not only describe the machine, but state what progress I had made in the use of it, etc., etc. I don't like to write letters, and so I don't want people to know I own this curiosity- breeding little joker.

Yours truly,

Saml. L. Clemens

Chương 15: Những nguyên tố dấy lên sự điên rồ

Trang 246 "khoa học ảo tưởng": Cụm từ "khoa học ảo tưởng" bắt nguồn từ nhà hóa học Irving Langmuir, người từng diễn thuyết về nó trong những năm 1950. Langmuir là người đồng nghiệp trẻ tuổi sáng láng mà giải Nobel và sự bất cẩn khi dùng bữa chung của ông có thể đã khiến Gilbert Lewis tự sát (xem chương 1). Sau này, Langmuir bị ám ảnh với việc kiểm soát thời tiết bằng cách gieo mây – một quá trình luẩn quẩn, gần như trở thành khoa học ảo tưởng. Ngay cả những người vĩ đại cũng đâu có miễn nhiễm.

Khi viết chương này, tôi đã không theo sát định nghĩa (khá hẹp và theo tinh thần pháp luật) của Langmuir về khoa học ảo tưởng. Một mô tả khác về ý nghĩa của khoa học ảo tưởng đến từ Denis Rousseau, người đã viết một bài báo hàng đầu có tên "Case Studies in Pathological Science" cho tờ *American Scientist* năm 1992. Nhưng tôi cũng không theo Rousseau, chủ yếu là để thêm vào các ngành như cổ sinh vật học vốn không dựa vào dữ liệu như các trường hợp nổi tiếng khác của khoa học ảo tưởng.

Trang 246 "em trai Philip bỏ mạng trên biển": Philip Crookes (em trai của William) đã bỏ mạng trên một con tàu có nhiệm vụ đặt dây cáp cho các đường dây điện báo xuyên Đại Tây Dương đầu tiên.

Trang 248 "thế lực siêu nhiên": William Crookes có một cái nhìn huyền bí phiếm thần (kiểu Spinoza) về tự nhiên, trong đó mọi thứ đều liên quan đến "một loại vật chất duy nhất". Điều này có lẽ giải thích tại sao ông cho

rằng mình có thể giao tiếp với ma và các linh hồn, vì ông cũng được tạo nên từ cùng một loại vật chất. Xét ra thì điều này dường như là một nghịch lý vì Crookes nổi danh nhờ khám phá các nguyên tố mới – theo định nghĩa chính là các dạng khác nhau của vật chất!

Trang 251 "mangan và megalodon": Để biết thêm chi tiết về mối liên hệ giữa megalodon và mangan, hãy đọc bài viết đánh giá mức độ khó tin khi cho rằng megalodon còn sống trong *The Cryptozoology Review* của Ben S. Roesch (từ "cryptozoology" (nghiên cứu động vật thần bí) này hay đó!) vào mùa thu năm 1998, được nhắc lại vào năm 2002.

Trang 252 "mangan đã khởi động ảo tưởng": Trong một mối liên hệ kỳ lạ khác giữa các nguyên tố và tâm lý học, Oliver Sacks lưu ý trong Awakenings rằng: dùng mangan quá liều có thể làm tổn hại não và gây ra đúng dạng bệnh Parkinson mà ông từng phải điều trị trong bệnh viện của mình. Đó chắc chắn là một nguyên nhân hiếm gặp gây bệnh Parkinson, và các bác sĩ không hiểu tại sao nguyên tố này lại nhắm vào não thay vì các cơ quan quan trọng khác như phần lớn các nguyên tố độc.

Trang 255 "một tá voi đực châu Phi": Phép tính bằng voi đực như sau: Theo Sở thú San Diego, con voi to nhất từng được ghi nhận nặng gần 11 tấn. Cơ thể con người và voi đều chứa đa phần là nước, nên khối lượng riêng là như nhau. Để tìm ra thể tích tương đối nếu con người thèm ăn paladi, chúng ta có thể lấy 113,4 kg nhân với 900 và chia tích đó (102.060) cho khối lượng của một con voi. Điều này cho kết quả khoảng 9,2 con voi. Nhưng hãy nhớ rằng đó là con voi lớn nhất từ trước đến nay (chiều cao chưa kể đầu là gần 4 m). Một con voi đực bình thường nặng khoảng 8 tấn, nên kết quả là khoảng 12 con voi.

Trang 259 "Khó có thể mô tả súc tích về khoa học ảo tưởng hơn thế": Bài viết của David Goodstein về phản ứng hợp hạch lạnh có tựa đề "Whatever Happened to Cold Fusion?" xuất hiện trong ấn bản năm 1994 của *American Scholar.*

Chương 16: Hóa học ở nhiệt độ âm cùng cực

Trang 269 "đổ lỗi cho hóa học vô tư dễ hơn": Giả thuyết về bệnh dịch thiếc đã làm hại Robert Falcon Scott dường như bắt nguồn từ một bài báo của The New York Times, dù bài báo cổ vũ giả thuyết rằng vấn đề nằm ở những hộp thiếc mà nhóm Scott đựng thực phẩm và các vật tư khác. Mãi về sau người ta mới đổ lỗi cho sự tan rã của mối hàn thiếc. Các sử gia đưa ra nhiều biến thể về chất ông đã dùng để hàn: da, thiếc tinh khiết, hỗn hợp thiếc-chì...

Trang 270 "plasma": Plasma thực tế là dạng vật chất phổ biến nhất trong vũ trụ, vì nó là thành phần chính của các ngôi sao. Bạn có thể tìm thấy plasma (mặc dù rất lạnh) ở tầng trên của bầu khí quyển Trái Đất: nơi tia vũ trụ từ Mặt Trời ion hóa các phân tử khí riêng biệt. Những tia này góp phần tạo ra hiện tượng cực quang kỳ bí. Sự va chạm ở tốc độ cao như vậy cũng tạo ra phản vật chất.

Trang 270 "sự pha trộn của hai trạng thái": Các chất keo khác bao gồm thạch, sương mù, kem đánh bông và một số loại thủy tinh màu. Bọt rắn được đề cập trong chương 17 – một pha khí được xen kẽ với pha rắn – cũng là trạng thái keo.

Trang 271 "chứa xenon vào năm 1962": Bartlett đã tiến hành thí nghiệm quan trọng trên xenon vào thứ sáu, và việc chuẩn bị đã khiến ông mất cả ngày. Khi ông làm vỡ con dấu thủy tinh và thấy phản ứng diễn ra đã là sau 7:00 tối. Ông phấn khích đến mức đã lao ra hành lang tòa nhà có phòng thí nghiệm và la hét tìm các đồng nghiệp. Mọi người đều đã về nhà vào cuối tuần, và ông phải ăn mừng một mình.

Trang 273 "Schrieffer": Về cuối đời, Schrieffer đã làm chết hai người, một người bị liệt và làm bị thương thêm năm người trong một vụ tai nạn xe hơi kinh hoàng trên cao tốc California. Sau 9 lần bị phạt vì vi phạm tốc độ, Schrieffer (74 tuổi) đã bị treo bằng lái, nhưng ông vẫn lái chiếc xe thể thao Mercedes mới từ San Francisco đến Santa Barbara rồi vít ga lên tới ba chữ số. Nhanh thế mà ông vẫn ngủ gật và đâm vào một chiếc xe tải ở tốc độ 180 km/h. Ông bị kết án 8 tháng tù trong nhà giam của quận, đến khi gia đình nạn nhân làm chứng thì thẩm phán nói rằng Schrieffer "cần nếm mùi nhà tù bang." Hãng tin *The Associated Press* trích lời người cựu đồng

nghiệp Leon Cooper của ông: “Đây không phải Bob mà tôi từng làm việc cùng... Đây không phải Bob mà tôi biết”.

Trang 277 “hầu như”: Có một vài lý do chính đáng giải thích tại sao nhiều người lồng ghép Nguyên lý Bất định với ý tưởng rằng đo một cái gì đó sẽ thay đổi những gì bạn đang cố gắng đo (hiệu ứng người quan sát). Photon là công cụ nhỏ nhất mà các nhà khoa học có để thăm dò mọi thứ, nhưng photon cũng không hẳn là nhỏ hơn rất nhiều so với electron, proton hoặc các hạt khác. Dùng các photon để đo kích thước hoặc tốc độ của hạt giống như cố gắng đo tốc độ của một chiếc xe tải bằng cách lái một chiếc Datsun đâm vào nó. Bạn sẽ nhận được thông tin nhưng xe tải sẽ bị đổ. Và trong nhiều thí nghiệm vật lý lượng tử quan trọng, việc quan sát spin, tốc độ hay vị trí hạt làm thay đổi thực tế của thí nghiệm theo một cách ma quái. Nói bạn cần Nguyên lý Bất định để hiểu mọi thay đổi đang diễn ra là không sai, nhưng nguyên nhân của sự thay đổi lại do hiệu ứng người quan sát – một hiện tượng khác.

Có vẻ lý do thực sự khiến mọi người lồng ghép hai khái niệm này là do ta cần một phép ẩn dụ để mô tả việc thay đổi một cái gì đó bằng hành động quan sát, và Nguyên lý Bất định đáp ứng được nhu cầu này.

Trang 279 “hơn lý thuyết “đúng” nhiều”: Sai lầm của Bose là do thống kê. Nếu muốn tính tỷ lệ nhận được 1 mặt sấp và 1 mặt ngửa khi tung hai đồng xu, bạn có thể xác định câu trả lời đúng (1/2) khi xem xét cả bốn khả năng: sấp-sấp, ngửa-ngửa, sấp-ngửa và ngửa-sấp. Bose coi sấp-ngửa và ngửa-sấp là cùng một kết quả nên mới thu được xác suất là 1/3.

Trang 281 “giải Nobel năm 2001”: Đại học Colorado có một trang web tuyệt vời để giải thích trạng thái ngưng tụ Bose-Einstein (BEC) cùng các công cụ: http://physiccourses.colorado.edu/2000/bec/.

Cornell và Wieman cùng chia sẻ giải Nobel với nhà vật lý người Đức Wolfgang Ketterle – người cũng tạo ra BEC không lâu sau và đã khám phá ra các tính chất khác thường của nó.

Thật không may, Cornell gần như mất cơ hội tận hưởng cuộc sống với giải Nobel. Vài ngày trước Halloween năm 2004, ông phải nhập viện vì “cúm”

và một bờ vai đau nhức, sau đó rơi vào hôn mê. Viêm liên cầu khuẩn tưởng đơn giản đã gây hoại tử, một dạng nhiễm trùng mô mềm nghiêm trọng thường được gọi là "vi khuẩn ăn thịt". Các bác sĩ đã cắt bỏ cánh tay và vai trái của ông để ngăn chặn sự lây nhiễm nhưng không hiệu quả. Cornell hôn mê suốt ba tuần, cho đến khi các bác sĩ ổn định được tình hình. Ông đã hồi phục hoàn toàn.

Chương 17: Các quả cầu tráng lệ: Ngành bong bóng học

Trang 298 "tập trung toàn lực vào bong bóng nhấp nháy": Putterman viết về đam mê phát quang âm và các nghiên cứu chuyên môn của ông về chủ đề này trong số ra tháng 2 năm 1995 của *Scientific American*, số ra tháng 5 năm 1998 và số ra tháng 8 năm 1999 của *Physics World*.

Trang 300 "ngành bong bóng học đã có một nền tảng đủ mạnh": Một bước đột phá về mặt lý thuyết trong nghiên cứu bong bóng cuối cùng lại đóng vai trò thú vị trong Thế vận hội 2008 ở Trung Quốc. Năm 1993, hai nhà vật lý Robert Phelan và Denis Weaire tại Đại học Trinity ở Dublin đã tìm ra một giải pháp mới cho "vấn đề của Kelvin": làm thế nào tạo ra cấu trúc bọt sủi với diện tích bề mặt ít nhất có thể. Huân tước Kelvin đề nghị tạo ra bọt với các bong bóng đa giác, mỗi bong bóng có 14 mặt, nhưng bộ đôi trên đã vượt qua ông bằng sự kết hợp của đa giác 12 và 14 mặt, giảm 0,3% diện tích bề mặt. Vì Thế Vận Hội 2008, một công ty kiến trúc đã dựa trên nghiên cứu của Phelan và Weaire để tạo ra nhà thi đấu bơi lội "chiếc hộp bong bóng" nổi tiếng ("Khối nước") ở Bắc Kinh, nơi diễn ra màn trình diễn đáng kinh ngạc của Michael Phelps.

Và để tránh thiên kiến, một lĩnh vực nghiên cứu tích cực khác hiện nay là "phản bong bóng". Thay vì màng chất lỏng mỏng chứa không khí, phản bong bóng sẽ là màng khí mỏng chứa chất lỏng. Phản bong bóng sẽ chìm thay vì nổi.

Chương 18: Các công cụ chính xác tới mức phi lý

Trang 305 "hiệu chuẩn các bộ hiệu chuẩn": Bước đầu tiên trong quá trình hiệu chuẩn mới cho kilogram mẫu chính thức của một nước là gửi văn bản: (1) nêu chi tiết cách vận chuyển kilogram mẫu của nước mình qua an

ninh sân bay và hải quan Pháp và (2) nói rõ có muốn BIPM rửa nó trước và sau khi thực hiện các phép đo hay không. Kilogram mẫu chính thức được rửa axeton (thành phần chính trong nước tẩy sơn móng tay) rồi lau khô bằng vải xô không xơ. Sau lần rửa đầu tiên và mỗi lần xử lý, BIPM để cho kilogram mẫu ổn định trong vài ngày trước khi tiến hành bước tiếp theo. Với chu trình làm sạch và đo lường như vậy, việc hiệu chuẩn có thể kéo dài tới nhiều tháng.

Mỹ có hai kilogram mẫu làm bằng bạch kim-iridi: K20 và K4 (K20 là bản sao chính thức vì đã có từ trước). Mỹ cũng có ba bản sao suýt chính thức làm bằng thép không gỉ (chúng lớn hơn các khối trụ bằng bạch kim-iridi đặc), NIST mới nhận được hai trong số đó vài năm qua. Do có mẫu bằng thép không gỉ này cùng sự đau đầu về an ninh khi mang K20 từ nơi này qua nơi khác, nên Zeina Jabbour không vội gửi K20 tới Paris: so sánh nó với các mẫu bằng thép không gỉ mới được hiệu chuẩn cũng tốt lắm rồi.

Trong thế kỷ 20, BIPM đã ba lần triệu tập toàn bộ kilogram mẫu chính thức của tất cả các nước đến Paris để hiệu chuẩn hàng loạt, nhưng chưa có kế hoạch nào để làm việc này trong tương lai gần.

Trang 3 "đó": Đồng hồ cesi dựa trên sự phân tách *siêu tinh tế* của các electron. Sự phân tách tinh tế của các electron giống như chênh nửa tông, còn sự phân tách *siêu tinh tế* giống như chênh 1/4 (thậm chí là 1/8) tông.

Ngày nay, đồng hồ cesi vẫn là tiêu chuẩn thế giới, nhưng đồng hồ rubidi đã thay thế chúng trong hầu hết ứng dụng vì đồng hồ rubidi nhỏ hơn và cơ động hơn. Đồng hồ rubidi thường được di chuyển khắp thế giới để so sánh và hiệu chuẩn thời gian ở các khu vực khác nhau, giống như Kilogram Chuẩn Quốc tế.

Trang 309 "thần số học": Cũng trong khoảng thời gian Eddington nghiên cứu về alpha, nhà vật lý vĩ đại Paul Dirac lần đầu tiên phổ biến ý tưởng về các hằng số thay đổi. Ở cấp độ nguyên tử, lực điện từ giữa các proton và electron làm giảm lực hấp dẫn giữa chúng – tỷ lệ này là khoảng 10^{40}. Dirac cũng xem xét các electron chuyển động trong nguyên tử nhanh thế nào, và

ông đã so sánh thời gian để tia sáng chiếu qua toàn bộ vũ trụ với khoảng thời gian vô cùng nhỏ ấy. Thật kì lạ, tỷ lệ này cũng là 10^{40}.

Dirac càng tìm kiếm nó thì tỷ lệ đó càng xuất hiện nhiều hơn: kích thước vũ trụ so với kích thước của một electron; khối lượng vũ trụ so với khối lượng của một proton... (Eddington cũng từng xác nhận rằng có khoảng $10^{40} \times 10^{40}$ proton và electron trong vũ trụ.) Nhìn chung, Dirac và những nhà khoa học khác đã bị thuyết phục rằng một định luật vật lý chưa biết nào đó đã buộc các tỷ lệ đó giống nhau. Vấn đề duy nhất là một số tỷ lệ dựa trên các biến số (như vũ trụ đang giãn nở). Để giữ nguyên các tỷ lệ của mình, Dirac đã dựa vào một ý tưởng cực đoan: lực hấp dẫn ngày càng yếu đi theo thời gian. Điều này xảy ra khi và chỉ khi hằng số hấp dẫn cơ bản (G) giảm dần.

Ý tưởng của Dirac sụp đổ khá nhanh. Các nhà khoa học đã chỉ ra: độ sáng của các ngôi sao phụ thuộc rất nhiều vào G; nếu giá trị G trong quá khứ lớn hơn ngày nay nhiều thì sẽ không có đại dương, vì Mặt Trời quá nóng sẽ khiến chúng cạn khô. Nhưng nghiên cứu của Dirac đã truyền cảm hứng cho những người khác. Ở đỉnh cao của nghiên cứu này vào những năm 1950, một nhà khoa học còn cho rằng tất cả hằng số cơ bản liên tục giảm dần – nghĩa là vũ trụ không giãn nở như mọi người thường nghĩ, mà là Trái Đất và con người đang co lại! Nhìn chung, lịch sử của các hằng số cũng giống lịch sử của thuật giả kim: ngay cả khi có khoa học thực sự, nó cũng khó có thể độc lập hoàn toàn với chủ nghĩa thần bí. Các nhà khoa học có xu hướng viện dẫn các hằng số thay đổi để giải thích bất cứ điều bí ẩn nào, như vũ trụ đang giãn nở gia tốc.

Trang 313 “các nhà thiên văn học Úc”: Để biết chi tiết về công việc của các nhà thiên văn học Úc, hãy xem bài báo John Webb (một trong số họ) đã viết cho *Physics World* số ra tháng 4 năm 2003: “Are the Laws of Nature Changing with Time?”. Tôi cũng phỏng vấn một đồng nghiệp của Webb là Mike Murphy vào tháng 6 năm 2008.

Trang 314 “một hằng số cơ bản đang thay đổi”: Câu hỏi tại sao các nhà vật lý không thể nhất trí về tốc độ phân rã hạt nhân của một số nguyên tử phóng xạ đã được đặt ra từ lâu. Các thí nghiệm rất đơn giản nên không có

lý do gì khiến mỗi nhóm lại có một kết quả khác nhau, nhưng sự khác biệt vẫn tồn tại hết nguyên tố này đến nguyên tố khác: silic, radi, mangan, titan, cesi...

Khi cố gắng giải quyết câu hỏi hóc búa này, các nhà khoa học ở Anh lưu ý rằng tỷ lệ phân rã khác nhau của các nhóm được đưa ra vào thời điểm khác nhau trong năm. Nhóm các nhà khoa học Anh đã khéo léo gợi ý rằng có lẽ hằng số cấu trúc tế vi thay đổi khi Trái Đất xoay quanh Mặt Trời, vì Trái Đất gần Mặt Trời hơn vào những thời điểm nhất định trong năm. Có nhiều cách giải thích khác về lý do tốc độ phân rã thay đổi theo định kỳ, nhưng một alpha biến đổi có vẻ hấp dẫn hơn, và sẽ thật hấp dẫn nếu alpha thực sự thay đổi nhiều như thế trong Hệ Mặt Trời này!

Trang 315 "so với lúc đầu": Nghịch lý thay, một nhóm thực sự ủng hộ các nhà khoa học tìm kiếm bằng chứng về một alpha thay đổi lại bắt nguồn từ tôn giáo. Về mặt toán học, alpha được định nghĩa theo tốc độ ánh sáng. Nếu alpha thay đổi, tốc độ ánh sáng cũng thay đổi. Hiện nay, tất cả (ngay cả những người theo Thuyết Sáng tạo) đều đồng ý rằng ánh sáng từ các ngôi sao xa xôi cung cấp bằng chứng về các sự kiện từ hàng tỷ năm trước. Để giải thích mâu thuẫn giữa điều này và dòng thời gian trong Sáng Thế Ký, một số người theo Thuyết Sáng tạo cho rằng khi Chúa đang tạo ra vũ trụ thì ánh sáng "đã lên đường" để thử thách tín đồ và buộc họ phải chọn Thiên Chúa hoặc khoa học. (Họ đưa ra những tuyên bố tương tự về xương khủng long.) Những người theo Thuyết Sáng tạo cởi mở hơn không thích ý tưởng đó, vì nó thể hiện Chúa có chút gì đó phàm tục. Nhưng nếu tốc độ ánh sáng trong quá khứ lớn hơn ngày nay thì vấn đề sẽ không còn nữa. Chúa có thể tạo ra Trái Đất từ 6.000 năm trước, nhưng sự thiếu hiểu biết của chúng ta về ánh sáng và alpha che khuất sự thật đó. Có thể nói nhiều nhà khoa học nghiên cứu các hằng số biến đổi, nhưng trong số rất ít người nghiên cứu cái được gọi là "vật lý duy truyền thống" thì lĩnh vực hằng số biến đổi rất "hot".

Trang 315 "mà chỉ có câu hỏi tinh quái này": Có một bức ảnh nổi tiếng về Enrico Fermi với một phương trình định nghĩa hằng số cấu trúc tế vi alpha xuất hiện trên bảng đen phía sau ông. Điều kỳ quặc là phương trình trong ảnh lại bị lộn ngược phần nào. Phương trình đúng là $\alpha = e^2/\hbar c$ (e là

điện tích của electron, ħ = hằng số Planck (h) chia cho 2π và c là tốc độ ánh sáng). Phương trình trong ảnh là $\alpha = \hbar^2/ec$. Không rõ Fermi thực sự viết nhầm hay chỉ muốn đùa với người chụp ảnh.

Trang 315 “tính toán ban đầu của Drake”: Dưới đây là Phương trình Drake. Số lượng các nền văn minh trong thiên hà đang cố gắng liên lạc với chúng ta (N) được cho là bằng:

$N = R^* \times f_P \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L$

R^* là tốc độ hình thành sao trong thiên hà của chúng ta; f_P là tỉ lệ các ngôi sao có hành tinh; ne là số hành tinh trong mỗi hệ hành tinh; f_l, f_i và f_c tương ứng là tỉ lệ các hành tinh hỗ trợ sự sống có thể có sự sống, dạng sống thông minh và dạng sống sẵn sàng giao tiếp với chúng ta; và L là khoảng thời gian các chủng tộc ngoài hành tinh gửi tín hiệu vào không gian trước khi tuyệt diệt.

Các con số ban đầu Drake sử dụng như sau: thiên hà của chúng ta tạo ra mười sao mỗi năm ($R^* = 10$); một nửa số đó có hành tinh quay quanh (f_P = ½); mỗi ngôi sao có hai hành tinh hỗ trợ sự sống ($n_e = 2$, dù Hệ Mặt Trời có tám hành tinh: Sao Kim, Sao Hỏa, Trái Đất... và vài vệ tinh của Sao Mộc và Sao Thổ); một trong những hành tinh đó sẽ có sự sống hình thành ($f_l = 1$); 1% trong số các hành tinh đó sẽ có dạng sống thông minh ($f_i = 1/100$); 1% trong số các hành tinh có dạng sống thông minh đó sẽ hình thành nền văn minh có thể truyền tín hiệu vào không gian ($f_c = 1/100$); và họ sẽ làm như vậy trong 10.000 năm (L = 10.000). Tính hết ra, ta sẽ có mười nền văn minh đang cố gắng giao tiếp với Trái Đất.

Có nhiều (đôi khi rất nhiều) ý kiến khác nhau về các giá trị này. Nhà vật lý thiên văn Duncan Forgan tại Đại học Edinburgh gần đây đã thực hiện một mô phỏng Monte Carlo cho Phương trình Drake. Ông cho mỗi biến các giá trị ngẫu nhiên, rồi tính kết quả vài ngàn lần để tìm giá trị khả dĩ nhất. Trong khi Drake cho rằng có mười nền văn minh đang cố gắng liên lạc với con người, tính toán của Forgan lại cho thấy con số này là 31.574 chỉ riêng trong thiên hà của chúng ta. Xem tại http://arxiv.org/abs/0810.2222.

Chương 19: Những thứ nằm ngoài bảng tuần hoàn

Trang 322 "nơi một lực tỏ ra trội hơn lực còn lại": Trong bốn lực cơ bản, lực hạt nhân yếu chi phối cách các hạt nhân phân rã beta. Chuyện lạ là franci gặp rắc rối vì lực hạt nhân mạnh và lực điện từ bên trong nó, nhưng nguyên tố này phân xử cuộc đấu bằng cách kêu gọi lực hạt nhân yếu.

Lực cơ bản thứ tư là lực hấp dẫn. Lực hạt nhân mạnh mạnh gấp 100 lần lực điện từ, lực điện từ mạnh gấp hàng trăm tỷ lần lực hạt nhân yếu. Lực hạt nhân yếu mạnh gấp 10^{25} lần lực hấp dẫn. (Cho dễ hình dung thì đó chính là con số mà chúng ta đã sử dụng để tính toán độ hiếm của atatin.) Lực hấp dẫn chi phối cuộc sống hằng ngày vì lực hạt nhân mạnh và yếu có phạm vi tác động rất ngắn, và vì các nguyên tử có lượng proton và electron bằng nhau nên chúng trung hòa về điện.

Trang 324 "un.bi.bi": Sau nhiều thập kỷ phải vất vả chế tạo từng nguyên tử của các nguyên tố siêu nặng; năm 2008, các nhà khoa học Israel tuyên bố đã tìm thấy nguyên tố 122 nhờ cách làm cũ. Sau khi sàng lọc một mẫu thori (anh em của nguyên tố thứ 122 trên bảng tuần hoàn) tự nhiên trong nhiều tháng, một nhóm do Amnon Marinov đứng đầu tuyên bố đã xác định được một số nguyên tử của nguyên tố siêu nặng. Phần điên rồ không chỉ là tuyên bố rằng phương pháp lỗi thời như vậy có thể tìm ra một nguyên tố mới; mà là tuyên bố nguyên tố thứ 122 có chu kỳ bán rã hơn 100 triệu năm! Điều đó điên rồ đến mức khiến nhiều nhà khoa học nghi ngờ. Tuyên bố này ngày càng lung lay nhưng đến cuối năm 2009, người Israel vẫn không rút lại chúng.

Trang 324 "một thời hô mưa gọi gió trong khoa học của tiếng Latin": Tiếng Latin đang dần suy tàn trong khoa học, ngoại trừ trên bảng tuần hoàn. Khi một nhóm nghiên cứu Tây Đức tìm ra nguyên tố 108 vào năm 1984, họ đã quyết định gọi nó là Hassi theo tên tiếng Latin vùng Hesse của Đức, thay vì "deutschlandi" hay tương tự.

Trang 329 "dạng thẳng tắp": Đó không phải là một phiên bản mới của bảng tuần hoàn, nhưng chắc chắn là một cách mới để trình bày nó. Ở Oxford, những chiếc taxi và xe buýt có bảng tuần hoàn đang chở mọi

người quanh thị trấn. Họ đã sơn các cột và hàng từ lốp xe lên nóc xe, chủ yếu là màu pastel. Đội xe này được tài trợ bởi Công viên Khoa học Oxford. Xem tại http://www.oxfordinspires.org/newsfromImageWorks.html.

Bạn cũng có thể xem bảng tuần hoàn bằng hơn hai trăm ngôn ngữ, gồm cả các ngôn ngữ đã chết như tiếng Copt và chữ tượng hình Ai Cập tại: http://www.jergym.hiedu.cz/~canovm/vyhledav/chemiai2.html.

Tài liệu tham khảo

Đây chỉ là một số trong rất nhiều cuốn sách tôi đã tham khảo trong quá trình nghiên cứu và bạn có thể tìm thêm thông tin về các nguồn trích dẫn trong phần “Chú giải”. Đây là những cuốn sách hay nhất cho mọi đối tượng độc giả muốn biết thêm về bảng tuần hoàn hoặc các nguyên tố.

Patrick Coffey. *Cathedrals of Science: The Personalities and Rivalries That Made Modern Chemistry* (Oxford University Press, 2008).

John Emsley. *Nature’s Building Blocks: An A–Z Guide to the Elements* (Oxford University Press, 2003).

Sheilla Jones. *The Quantum Ten* (Oxford University Press, 2008).

T. R. Reid. *The Chip: How Two Americans Invented the Microchip and Launched a Revolution* (Random House, 2001).

Richard Rhodes. *The Making of the Atomic Bomb* (Simon & Schuster, 1995).

Oliver Sacks. *Awakenings* (Vintage, 1999).

Eric Scerri. *The Periodic Table* (Oxford University Press, 2006). Glenn Seaborg và Eric Seaborg. *Adventures in the Atomic Age: From Watts to Washington* Farrar, Straus and Giroux, 2001.

Tom Zoellner. *Uranium* (Viking, 2009).

Đôi nét về tác giả

Sam Kean đã dành nhiều năm thu thập thủy ngân từ các nhiệt kế vỡ khi còn nhỏ. Ông hiện là một cây viết khoa học ở Washington DC. Các tác phẩm của ông xuất hiện trên *New York Times Megazine, Mental Floss, Slate, Air & Space/Smithsonian và New Scientist*. Ông đã xuất hiện trong các chương trình *All Things Considered* và *On Point* của National Public Radio.

CHIẾC THÌA BIẾN MẤT

Và những câu chuyện về sự Điên loạn, Tình yêu, và Lịch sử thế giới từ bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học

Tác giả

SAM KEAN

Trò chuyện cùng Sam Kean

Tình yêu của ông với khoa học nảy nở như thế nào?

Từ thủy ngân. Tôi đã gặp xui hồi học lớp ba: bị viêm họng liên cầu khuẩn hàng chục lần. Tôi còn vụng về và nói rất nhiều, nên bất cứ khi nào mẹ tôi đặt một nhiệt kế thủy ngân dưới lưỡi tôi, nó thường rơi xuốn đất và thủy ngân tràn ra ngoài. Nhưng mẹ tôi rất điềm tĩnh: bà không bao giờ hoảng loạn hay sơ tán mọi người ra khỏi nhà: bà dùng một que tăm đẩy những giọt thủy ngân nhỏ lại và gom chúng vào một cái lọ nhỏ đựng đồ linh tinh ở trên giá. Đó có lẽ là chất hấp dẫn nhất mà tôi từng thấy (một phần vì tôi biết nó nguy hiểm thế nào). Vì vậy, tôi bắt đầu đọc về thủy ngân và lần theo các mối liên hệ của nó với các lĩnh vực khác: giả kim thuật, lịch sử, thần thoại, y học...

Tại sao ông lại chọn viết về bảng tuần hoàn?

Tôi biết có những câu chuyện tuyệt vời về các nguyên tố hóa học mà chúng ta chưa từng nghe nói đến khi còn đi học (molypden chẳng hạn). Và có những câu chuyện bị che giấu và thất lạc về các nguyên tố mà mọi người cho rằng mình biết rất rõ (như vàng và nhôm). Cuốn sách này chỉ tập hợp tất cả các câu chuyện lại để chỉ ra rằng bảng tuần hoàn rộng hơn chúng ta nghĩ rất nhiều.

Tại sao telu lại dẫn đến cơn cuồng vàng kỳ cục nhất lịch sử?

Telu là nguyên tố duy nhất liên kết hóa học với vàng. Khoáng chất mà chúng tạo thành trông cũng giống như vàng (dù không hẳn). Màu vàng của khoáng vật này giống vàng giả hơn. Vì vậy, khi những người khai mỏ ở miền tây nước Úc vô tình tìm thấy khoáng vật vàng-telu vào cuối thế kỷ 19, họ nghĩ rằng chúng vô giá trị và ném đi. Một số thậm chí đã nghiền nát chúng để trộn xi măng, xây nhà hay lấp ổ gà trên đường. Nhưng khi biết khoáng vật này thực sự có chứa vàng, họ đã đào bới ổ gà, đập phá nhà cửa và lò sưởi của chính mình. Tôi gọi đó là “cơn cuồng vàng giả của giả”.

Lí do khiến ông chọn tựa đề Chiếc thìa biến mất là gì?

Tiêu đề này xuất phát từ câu chuyện về nguyên tố gali. Nó nằm ngay dưới nhôm trên bảng tuần hoàn và trông rất giống nhôm. Nếu đặt cả hai trước mặt bạn thì bạn sẽ không thể phân biệt nổi. Trừ việc gali có một tính chất khác thường: nó tan chảy ở nhiệt độ chỉ nhỉnh hơn nhiệt độ phòng một chút. Nó thậm chí sẽ tan chảy trong lòng bàn tay bạn. Vì vậy, nó từng được dùng như một trò đùa khoa học cổ điển khi phục vụ cà phê hay trà cùng một chiếc thìa bằng gali rồi nhìn người ta giật mình khi thấy trà Earl Grey "ăn" chiếc thìa của họ. Tiêu đề này thực sự nói lên được nội dung cuốn sách: những câu chuyện thú vị mà hơi "dị" về khoa học.

Tại sao thủy ngân lại "có tính cục bộ"?

Thủy ngân chỉ muốn ở xung quanh các nguyên tử thủy ngân khác: từng mảnh kim loại nhỏ thu lại thành hình cầu để giảm diện tích bề mặt. Hành vi đó có vẻ rất cục bộ: chỉ giao du với các nguyên tử có cùng cách hoạt động và quay lưng với thế giới bên ngoài.

Ngoài là một nhà khoa học và nhà văn, ông cũng có bằng thạc sĩ về khoa học thư viện. Lý do nào khiến ông chọn lĩnh vực đặc biệt như vậy?

Tôi yêu thư viện và đã dành nhiều thời gian ở đó khi còn thơ ấu. Bằng thạc sĩ đã cải thiện các kỹ năng nghiên cứu của tôi cho cuốn sách, và tôi nghĩ rằng mình sẽ vui vẻ giết thì giờ trong thư viện nếu không theo đuổi việc viết lách.

Tại sao ông lại rời bỏ phòng thí nghiệm và bắt đầu viết sách?

Ồ, tôi chưa từng có một công việc toàn thời gian trong phòng thí nghiệm. Tôi từng làm việc bán thời gian trong phòng thí nghiệm thời đại học và tôi ghét việc này. Khoa học sẽ rất tuyệt khi thành công, nhưng phần còn lại thì đúng là vò đầu bứt tai. Đơn giản là tôi không đủ sự kiên nhẫn cho nó. Viết về khoa học cho phép tôi tiếp tục học về những điều hấp dẫn mà không cần bận tâm vì thiết bị luôn hỏng.

Ông trau dồi kỹ năng viết lách như thế nào?

Tôi viết bất cứ điều gì và bất cứ khi nào có thể, dù cơ hội được xuất bản rất ít. Tôi có rất, rất nhiều tác phẩm trong máy tính cá nhân mà chẳng có ai đọc, trừ các thực tập sinh chuyên lọc bài đăng cho các tạp chí nhỏ (tôi đoán thế). (Hầu hết chúng đáng bị từ chối!) Tất nhiên tôi thất vọng nhưng chúng giúp tôi trau dồi kỹ năng viết lách.

Ông có thể chia sẻ đôi chút về các dự án mới nhất của mình không?

Tôi đang viết một cuốn sách về di truyền học, cùng kiểu với Chiếc thìa biến mất. Cuốn sách này chứa đựng tất cả những câu chuyện hài hước, kỳ dị và đáng sợ về bộ gen người – chẩn đoán ngược về những danh nhân lịch sử, loài người gần như tuyệt chủng từ lâu... Tôi chọn chủ đề này vì trong khi chúng ta đều cho rằng di truyền học là biến đổi y học, nhưng lĩnh vực này lại rộng lớn hơn thế nhiều. Nó tiết lộ rất nhiều điều về lịch sử loài người mà chúng ta nghĩ rằng đã mất mãi mãi.

Làm thế nào để giúp khoa học hấp dẫn hơn với các thế hệ sinh viên sau này?

Phương pháp kể chuyện luôn hiệu quả. Đó chính là cách trí óc hoạt động: chúng ta nhớ thông tin tốt hơn nếu nó được đan xen vào những câu chuyện, và thực sự học được nhiều hơn mong đợi khi tìm hiểu về những sự kiện kỳ lạ và tuyệt vời trong lịch sử khoa học.

Câu hỏi và chủ đề thảo luận

1. Điều làm bạn ngạc nhiên nhất khi đọc *Chiếc thìa biến mất* là gì? Có nguyên tố nào hay nhà khoa học nào mà bạn nghĩ rằng mình biết rất rõ, nhưng lại nhận ra mình chẳng biết gì không?

2. Khoa học Mỹ thường được coi là đi sau châu Âu trong thế kỷ 19. Điều gì đã khiến khoa học Mỹ trỗi dậy mạnh như vậy trong thế kỷ 20?

3. Liệu Mendeleev có xứng đáng được công nhận là người "phát minh" bảng tuần hoàn, khi nhiều nhà khoa học đã đưa ra ý tưởng đó trước ông?

4. Sam Kean đề cập chi tiết nhiều giải thưởng được trao cho các nhà khoa học nhờ những khám phá của họ. Bạn nghĩ lợi ích của giải thưởng cho những đột phá khoa học là gì? Liệu có hệ quả gì không?

5. *Chiếc thìa biến mất* đã vinh danh nhiều nhà khoa học nữ có đóng góp đáng kể cho lịch sử khoa học. Giới tính đóng vai trò gì trong công việc của họ? Bạn có cho rằng giới tính của các nhà khoa học là không quan trọng?

6. Tại sao các nhà khoa học phải mất nhiều thời gian đến thế để tìm hiểu về một nguyên tố hóa học? Tại sao họ rất ngạc nhiên khi phát hiện ra các hợp chất của khí trơ?

7. Đọc *Chiếc thìa biến mất* đã thay đổi quan niệm của bạn về cuộc sống hằng ngày và công việc của các nhà khoa học như thế nào?

8. Bạn khám phá ra người hùng nào mới khi đọc cuốn sách này? Bạn từng có ấn tượng xấu với ai? Động lực của ai khiến bạn ngạc nhiên?

9. Sam Kean đưa ra mối liên hệ giữa nhiều lĩnh vực khoa học, tự nhiên và cuộc sống thường không được thảo luận khi nhắc đến bảng tuần hoàn. Những mối liên hệ nào làm bạn ngạc nhiên nhất?

10. Bạn có ngạc nhiên về mức độ nguy hiểm của một số nguyên tố khi biết chúng tồn tại trong tự nhiên hay không?

11. Sau khi đọc *Chiếc thìa biến mất*, nguyên tố yêu thích của bạn là gì? Tại sao?

12. Nếu có thể đặt tên cho một nguyên tố, bạn sẽ gọi nó là gì? (Hãy nhớ bạn không thể đặt theo tên của một người còn sống, gồm cả chính bạn!)

13. Nếu có thể thiết kế lại bảng tuần hoàn, bảng của bạn sẽ trông như thế nào?

Năm nguyên tố yêu thích nhất của Sam Kean

1. Thủy ngân

Nguyên tố thứ 80 đã đưa tôi đến với bảng tuần hoàn, lý do đã được giải thích ở câu hỏi đầu tiên.

2. Molypden

Tôi thừa nhận mình không biết nhiều về nguyên tố thứ 42 trước khi viết cuốn sách này. Tôi không nhận ra đây là một nguyên tố và không biết cách phát âm nó! Nhưng nó chứa đựng một câu chuyện tuyệt vời. Nó rất quan trọng với người Đức trong Thế Chiến I; và từ khoảng cách nửa vòng Trái Đất, họ đã cho người đến rặng núi Rocky ở Mỹ để đảm bảo nguồn cung luôn sẵn sàng. Có chút hài hước về nguyên tố này: không có cái chết hay sự hủy diệt quy mô lớn nào, và phe thất bại cuối cùng đã kiếm được hàng triệu đô la Mỹ từ nguyên tố này.

3. Nhôm

Câu chuyện về nguyên tố thứ 13 có phần trái ngược với molypden. Bạn hẳn cho rằng mình biết rất rõ về nguyên tố này, nhưng nó lại chứa đựng nhiều bí mật. Nhôm phổ biến trong vỏ Trái Đất nhưng rất khó tách khỏi các nguyên tố khác. Khi các nhà khoa học bắt đầu thu được nhôm nguyên chất vào thế kỷ 19, chúng được coi là phép màu: một kim loại sáng bóng, hấp dẫn và chắc, đắt hơn vàng nhiều lần. Các vị vua và hoàng đế thèm muốn nó trong suốt 60 năm. Đột nhiên, một số nhà hóa học xuất hiện và đánh sập thị trường khi khiến nhôm trở nên rẻ tiền, biến thành thứ kim loại được dùng trong lon nước ngọt và gậy bóng chày ngày nay. Tùy quan điểm mỗi người để cho rằng nhôm là kim loại quý giá nhất hay lỗi thời nhất.

4. Ununsepti

Nguyên tố thứ 117 xuất hiện trên bảng tuần hoàn từ năm 2010 – khi tôi viết những dòng này[1]. Dù cái tên lúc đó chỉ là tạm thời, nhưng tôi thích

nguồn gốc Latin của nó (nghĩa là 1-1-7). Và tôi vẫn thích khi nguyên tố mới hơn xuất hiện và nó có một cái tên chính thức. Ununsepti đã hoàn thiện hàng thứ bảy – hàng thấp nhất của bảng tuần hoàn. Chúng ta chưa từng có một bảng tuần hoàn với mọi hàng được lấp đầy trước đó. Ununsepti đã tạo ra một bảng tuần hoàn vuông vức đẹp đẽ (ngoài việc lấp đầy hàng của mình). Và khi biết các nguyên tố mới từ ô 117 trở đi kém bền thế nào, các nhà khoa học hẳn sẽ cho rằng không bao giờ có được hàng thứ tám đầy đủ. Vì vậy, nguyên tố thứ 117 hiện đã cho chúng ta một bảng tuần hoàn "hoàn chỉnh" nhất mà con người có thể có.

[1]. *Nguyên tố thứ 118 mãi tới năm 2015 mới được IUPAC công nhận và xuất hiện trên bảng tuần hoàn, tên chính thức của nó được công nhận vào cuối năm 2016. (BTV)*

5. Bitmut

Nguyên tố thứ 83 nằm ở nơi mà tôi gọi là "hành lang độc" – các nguyên tố cực nguy hiểm. Bên trái và trên bitmut là những nguyên tố gây đau đớn tột cùng thường thấy trong tiểu thuyết trinh thám; bên phải và bên dưới nó là các chất độc phóng xạ đáng sợ. Nhưng bằng cách nào đó, ngày nay bitmut hoàn toàn lành tính. Nó thậm chí còn là dược phẩm: chính là chữ "bis" trong thuốc Pepto-Bismol. Tôi cũng thích sự thật là bitmut tồn tại lâu hơn bất kỳ nguyên tố nào (hai mươi tỷ tỷ năm, hơn tuổi hiện tại của vũ trụ một tỷ lần).

SAM KEAN KHUYẾN ĐỌC

Patrick Coffey. *Cathedrals of Science: The Personalities and Rivalries That Made Modern Chemistry* (Oxford University Press, 2008).

John Emsley. *Nature's Building Blocks: An A–Z Guide to the Elements* (Oxford University Press, 2003).

Theodore Gray. *The Elements: A Visual Exploration of Every Known Atom in the Universe* (Black Dog & Leventhal, 2009).

Theodore Gray. *Theo Gray’s Mad Science: Experiments You Can Do at Home — But Probably Shouldn’t* (Black Dog & Leventhal, 2009).

Arthur Greenberg. *A Chemical History Tour: Picturing Chemistry from Alchemy to Modern Molecular Science* (Wiley-Interscience, 2000).

J. D. Macdougall. *Nature’s Clocks: How Scientists Measure the Age of Almost Everything* (University of California Press, 2009).

Richard Rhodes. *The Making of the Atomic Bomb* (Simon & Schuster, 1995).

Eric Scerri. *The Periodic Table* (Oxford University Press, 2006).

Glenn Seaborg và Eric Seaborg. *Adventures in the Atomic Age: From Watts to Washington* (Farrar, Straus and Giroux, 2001). Tom Zoellner. Uranium (Viking, 2009).

BẢNG TUẦN HOÀN CÁC NGUYÊN TỐ HÓA HỌC



NHÀ XUẤT BẢN THẾ GIỚI

Trụ sở chính:

Số 46. Trần Hưng Đạo, Hoàn Kiếm, Hà Nội

Tel: 0084.24.38253841

Chi nhánh:

Số 7. Nguyễn Thị Minh Khai, Quận I, TP. Hồ Chí Minh

Tel: 0084.28.38220102

Email: nxbthegioi@ gmail.com

marketing@ thegioipublishers.vn

Website: www.thegioipublishers.vn

CHIẾC THÌA BIẾN MẤT

SAM KEAN

Hoàng Thị Mai Hoa *dịch*

Chịu trách nhiệm xuất bản:

GIÁM ĐỐC – TỔNG BIÊN TẬP

TS. TRẦN ĐOÀN LÂM

Biên tập: Ngô Thị Hương Sen

Sửa bản in: Hải Đăng

Thiết kế bìa: Mạnh Cường

Trình bày: Mỹ Mây

In 3.000 bản, khổ 16 x 24 cm tại Công ty Cổ phần In và Thương mại Prima.Địa chỉ: Số 35 ngõ 93 Hoàng Quốc Việt, phường Nghĩa Đô, quận Cầu Giấy, TP. Hà Nội.Xưởng SX: 722 Phúc Diễn, phường Xuân Phương, quận Nam Từ Liêm, TP. Hà Nội.Số xác nhận đăng ký xuất bản: 3119-2020/CXBIPH/03-159/ThG.Quyết định xuất bản số: 1062/QĐ-ThG cấp ngày 25 tháng 09 năm 2020.ISBN: 978-604-77-8252-9.In xong và nộp lưu chiểu năm 2020.

CÔNG TY CỔ PHẦN SÁCH ALPHA

TẠI HÀ NỘI

Địa chỉ: Tầng 3, Số 11A, Ngõ 282 Nguyễn Huy Tưởng, Thanh Xuân, Hà Nội

***Tel:** (84-24) 3 722 6234 | 35 | 36 ***Fax:** (84-24) 3722 6237 ***Email**: info@alphabooks.vn

Phòng kinh doanh: *Tel/Fax: (84-24) 3 773 8857 ***Email**: sale@alphabooks.vn

TẠI TP. HỒ CHÍ MINH

Chi nhánh tại TP. Hồ Chí Minh: 138C Nguyễn Đình Chiểu, Phường 6, Quận 3, TP. Hồ Chí Minh

***Tel:** (84-28) 3 8220 334 | 35